

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-242462

(43)Date of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/13363

G02B 5/30

G02F 1/1335

G02F 1/1343

(21)Application number : 2000-056073

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.02.2000

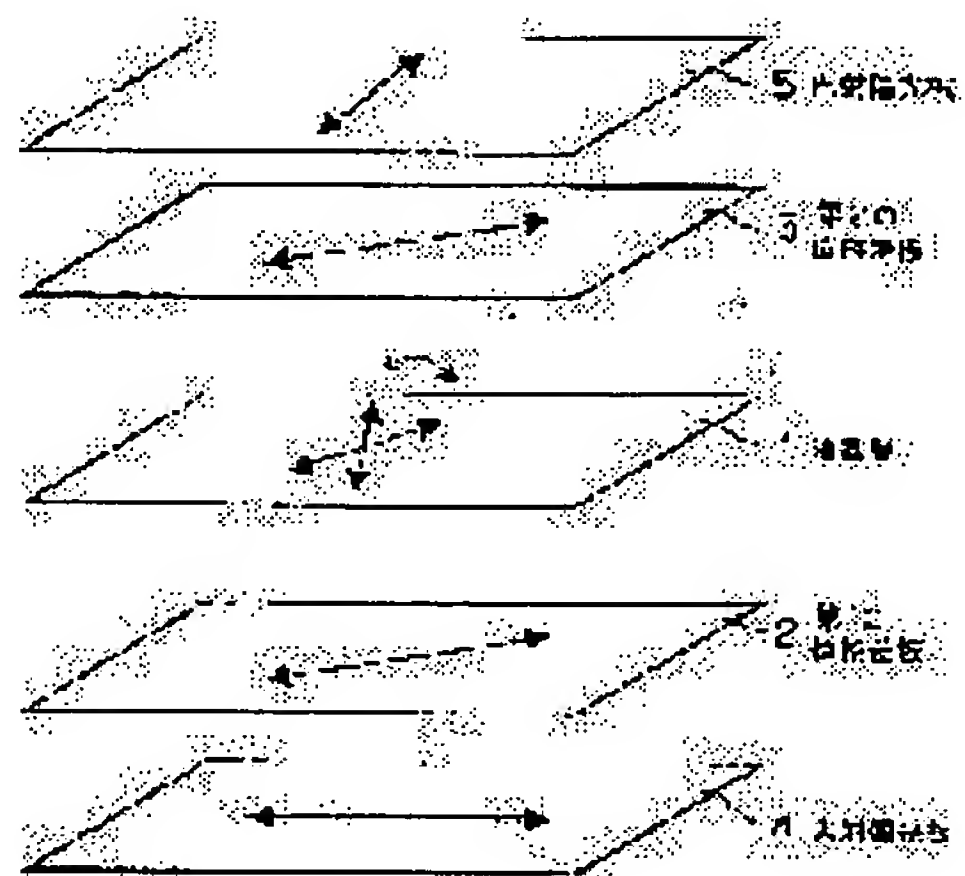
(72)Inventor : YANO TOMOYA

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an in-plane switching mode liquid crystal display device where spectral transmittance is improved, inversion of the transmittance is suppressed, even for halftone display, the change of chromaticity in a wide visual field angle is suppressed and image display is performed with satisfactory contrast.

SOLUTION: The liquid crystal display device is provided with substrates for interposing a liquid crystal layer 1, electrodes for forming pixel region in a matrix shape on the substrates, phase difference plates 2 and 3 and polarizing plates 4 and 5, where the phase difference plates 2 and 3 are biaxial.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-242462
(P2001-242462A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335	5 1 0 2 H 0 9 2
1/1343		1/1343	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-56073 (P2000-56073)

(22) 出願日 平成12年2月28日 (2000.2.28)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 谷野 友哉

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

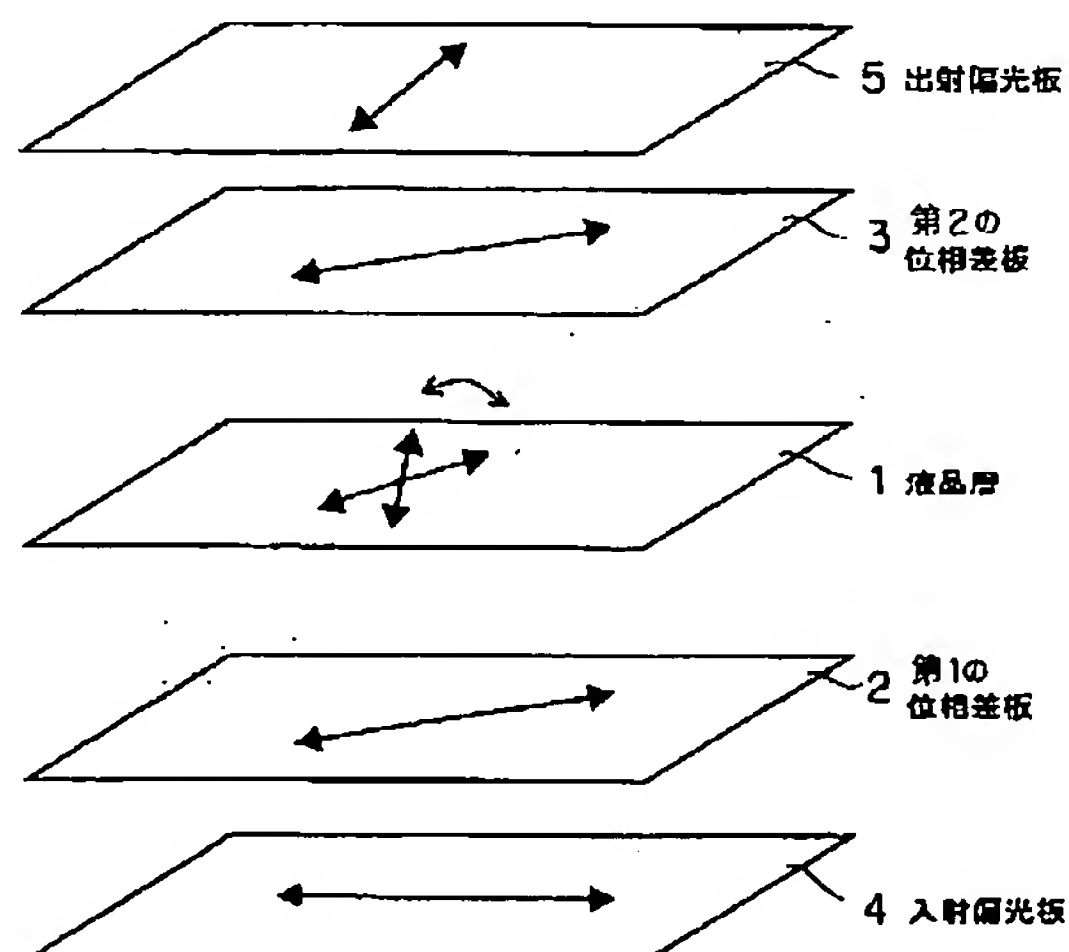
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 インプレーンスイッチングモードであって、分光透過率を改善し、中間調表示においても透過率の逆転現象が起こらないようにし、さらに、大きな視野角においての色度変化を抑え、良好なコントラストにより画像表示を行う。

【解決手段】 液晶層1を挟む基板と、この基板上にマトリクス状に画素領域を形成する電極群と、位相差板2、3と、偏光板4、5とを備え、位相差板2、3を二軸性のものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方が透明な一对の基板と、画素電極群とコモン電極群とからなり、各画素電極とコモン電極とにより、上記基板上にマトリクス状に画素領域を形成する電極群と、

上記各基板間に設けられた液晶層と、

上記各基板を挟んで配設された第1及び第2の偏光板と、

上記第1の偏光板と上記各基板との間に配設された第1の位相差板と、

上記第2の偏光板と上記各基板との間に配設された第2の位相差板とを備え、

上記第1及び第2の位相差板と上記液晶層とは、リターデーションが互いに略々等しく、

上記第1の偏光板の方位を基準として、上記第1の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_1 、上記液晶層の遅相軸がなす角度を θ_2 、上記第2の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_3 とするとき、

$$\theta_1 = \theta_3$$

が成立し、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = 2 \times \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = 2 \times \theta_1 + 90^\circ$$

が成立し、さらに、上記位相差板の複屈折率について、遅相軸屈折率を n_s 、進相軸屈折率を n_f 、厚さ方向の屈折率を n_z とするとき、

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) \leq 0.5$$

という条件が満足され、

上記電極群を介して上記画素電極と上記コモン電極との間に上記基板に平行な方向の電界が形成されることにより、画像を表示することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 少なくとも一方が透明な一对の基板と、画素電極群とコモン電極群とからなり、各画素電極とコモン電極とにより、上記基板上にマトリクス状に画素領域を形成する電極群と、

上記各基板間に設けられた液晶層と、

上記各基板を挟んで配設された第1及び第2の偏光板と、

上記第1の偏光板と上記各基板との間に配設された第1の位相差板と、

上記第2の偏光板と上記各基板との間に配設された第2の位相差板とを備え、

上記第1及び第2の位相差板と上記液晶層とは、リターデーションが互いに略々等しく、

上記第1の偏光板の方位を基準として、上記第1の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_1 、上記液晶層の遅相軸がなす角度を θ_2 、上記第2の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_3 とするとき、

$$\theta_3 = 0^\circ$$

が成立し、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = \theta_1 + 90^\circ$$

が成立し、さらに、上記位相差板の複屈折率について、遅相軸屈折率を n_s 、進相軸屈折率を n_f 、厚さ方向の屈折率を n_z とするとき、

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) \leq 0.5$$

という条件が満足され、

上記電極群を介して上記画素電極と上記コモン電極との間に上記基板に平行な方向の電界が形成されることにより、画像を表示することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項3】 少なくとも一方が透明な一对の基板と、画素電極群とコモン電極群とからなり、各画素電極とコモン電極とにより、上記基板上にマトリクス状に画素領域を形成する電極群と、

上記各基板間に設けられた液晶層と、

上記各基板を挟んで配設された第1及び第2の偏光板と、

上記第1の偏光板と上記各基板との間に配設された第1の位相差板と、

上記第2の偏光板と上記各基板との間に配設された第2の位相差板とを備え、

上記第1及び第2の位相差板と上記液晶層とは、リターデーションが互いに略々等しく、

上記第1の偏光板の方位を基準として、上記第1の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_1 、上記液晶層の遅相軸がなす角度を θ_2 、上記第2の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_3 とするとき、

$$\theta_3 = 90^\circ$$

が成立し、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = \theta_1 + 90^\circ$$

が成立し、さらに、上記位相差板の複屈折率について、遅相軸屈折率を n_s 、進相軸屈折率を n_f 、厚さ方向の屈折率を n_z とするとき、

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) \leq 0.5$$

という条件が満足され、

上記電極群を介して上記画素電極と上記コモン電極との間に上記基板に平行な方向の電界が形成されることにより、画像を表示することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項4】 少なくとも一方が透明な一对の基板と、画素電極群とコモン電極群とからなり、各画素電極とコモン電極とにより、上記基板上にマトリクス状に画素領域を形成する電極群と、

上記各基板間に設けられた液晶層と、

上記各基板を挟んで配設された第1及び第2の偏光板と、

上記第1の偏光板と上記各基板との間に配設された第1の位相差板と、

上記第2の偏光板と上記各基板との間に配設された第2の位相差板とを備え、

上記第1及び第2の位相差板と上記液晶層とは、リターデーションが互いに略々等しく、

上記第1の偏光板の方位を基準として、上記第1の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_1 、上記液晶層の遅相軸がなす角度を θ_2 とすると、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = \theta_1 + 90^\circ$$

が成立し、

上記電極群を介して上記画素電極と上記コモン電極との間に上記基板に平行な方向の電界が形成されることにより、画像を表示することを特徴とする液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画素電極とコモン電極との間に基板に平行な方向の電界を形成して画像表示を行う、いわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、画素電極とコモン電極との間に基板に平行な方向の電界を形成して画像表示を行う、いわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示素子が提案されている。このインプレーンスイッチングモードは、TNモードに比較して、広い視野角が得られることで知られている。

【0003】このような液晶表示素子は、一对の基板、これら基板間に設けられた液晶層、各基板を挟んで配設された第1及び第2の偏光板、及び、これら偏光板と各基板との間に配設された第1及び第2の位相差板を備えて構成されている。

【0004】この液晶表示素子においては、偏光板と液晶層の配向方向は、電極間に電圧を印加していないときに黒表示となるように初期配向が設定されており、電界を印加したときに、液晶層の配向方向が概ね、 45° 回転して白表示となるようになされている。

【0005】白表示における液晶層内のダイレクタ分布はねじれを伴うが、光学的には、 $\lambda/2$ 板（二分の一波長板）として機能する。ダイレクタ分布のねじれは、基板近傍のダイレクタがあまり動かないことによって生ずる。 $\lambda/2$ 板として機能する場合、最大透過率となるのは、 45° の方位で実効的リターデーション（ $\Delta n d$ ）が $\lambda/2$ となったときである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような液晶表示素子においては、例えば、波長550nmにおいて、リターデーション（ $\Delta n d$ ）が $\lambda/2$ となった場合においては、図33に示すように、 $\lambda/2$ 板として

機能するのは波長550nm近傍においてであり、550nmから離れた波長域においては透過率の低下が起こる。つまり、透過率Tは、以下の式によって表されるので、所定の波長以外では透過率Tが低下する。

$$【0007】 T = \sin^2 \pi (\Delta n d / \lambda)$$

さらに、白表示における液晶層内のダイレクタ分布のねじれにより、特に低電圧の状態では、以下の式に示すように、透過率Tはさらに低下する（ $\sin^2 2\phi$ がダイレクタ分布のねじれによる影響に対応する）。

$$10 \quad 【0008】 T = \sin^2 2\phi \sin^2 \pi (\Delta n d / \lambda)$$

そして、中間調では、図34に示すように、電圧を変化させていったときに、青側の波長（約460nm以下の帯域）で透過率の逆転が起こる。

【0009】さらに、図35乃至図38に示すように、視野角が大きい場合には、色度変化が生ずる。これら図35乃至図38は、方位角 0° （水平）、 45° 、 90° （垂直）、 135° について、それぞれ、視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示している。方位角 45° 、 135° については、かなり大きな色度変化が生じていることがわかる。なお、図35乃至図38に示すデータを得るにあたっては、偏光板として、「日東電工G1220DU」を用い、光源として、C光源を用いている。

【0010】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、分光透過率が良好であり、中間調表示においても透過率の逆転現象が起こることがなく、さらに、大きな視野角における色度変化が抑えられ、良好なコントラストにより画像表示を行うことができる液晶表示素子を提供しようとするものである。

30 \quad 【0011】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、本発明に係る液晶表示素子は、少なくとも一方が透明な一对の基板と、画素電極群とコモン電極群とからなり各画素電極とコモン電極とにより基板上にマトリクス状に画素領域を形成する電極群と、各基板間に設けられた液晶層と、各基板を挟んで配設された第1及び第2の偏光板と、第1の偏光板と各基板との間に配設された第1の位相差板と、第2の偏光板と各基板との間に配設された第2の位相差板とを備え、第1及び第2の位相差板と上記液晶層とは、リターデーションが互いに略々等しく、電極群を介して画素電極とコモン電極との間に基板に平行な方向の電界が形成されることにより画像を表示するものである。

40 \quad 【0012】そして、この液晶表示素子においては、第1の偏光板の方位を基準として、第1の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_1 、上記液晶層の遅相軸がなす角度を θ_2 、上記第2の位相差板の遅相軸がなす角度を θ_3 とし、位相差板の複屈折率について、遅相軸屈折率を n_s 、進相軸屈折率を n_f 、厚さ方向の屈折率を n_z とするとき、

5

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) \leq 0.5$$

$$\theta_1 = \theta_3$$

が成立し、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = 2 \times \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = 2 \times \theta_1 + 90^\circ$$

という条件が満足されることを特徴とする。

【0013】また、本発明に係る液晶表示素子は、

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) \leq 0.5$$

$$\theta_3 = 0^\circ$$

が成立し、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = \theta_1 + 90^\circ$$

という条件が満足されることを特徴とする。

【0014】さらに、本発明に係る液晶表示素子は、

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) \leq 0.5$$

$$\theta_3 = 90^\circ$$

が成立し、表示素子が白レベルのときには、概ね、

$$\theta_2 = \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = \theta_1 + 90^\circ$$

という条件が満足されることを特徴とする。

【0015】そして、本発明に係る液晶表示素子は、概ね、

$$\theta_2 = \theta_1 + 45^\circ$$

が成立し、表示素子が黒レベルのときには、

$$\theta_2 = \theta_1 + 90^\circ$$

が成立することを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0017】本発明に係る液晶表示素子は、図1に示すように、液晶層1と、この液晶層1を挟む対をなす第1及び第2の位相差板2、3と、さらに、これら位相差板2、3を挟む第1及び第2の偏光板である入射偏光板4及び出射偏光板5とを備えて構成されている。

【0018】この液晶表示素子においては、液晶層1は、図示しない一对の基板間に設けられている。これら基板は、少なくとも一方が透明に形成されている。この基板には、画素電極群とコモン電極群とからなる電極群が設けられている。この電極群は、各画素電極と各コモン電極とにより、基板上にマトリクス状に画素領域を形成する。そして、この液晶表示素子は、画素電極とコモン電極との間に基板に平行な方向の電界を形成して画像表示を行う、いわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示素子である。

【0019】この液晶表示素子においては、入射偏光板4及び出射偏光板5は、互いにクロスニコルの関係となされて配置されている。そして、各偏光板4、5と液晶

6

層1の配向方向は、画素電極及びコモン電極間に電圧を印加していないときに黒表示となるように初期配向が設定されており、電界を印加したときに、液晶層1の配向方向が45°回転して白表示となるようになされている。白表示における液晶層1内のダイレクタ分布は、基板近傍のダイレクタがあまり動かないことによって、ねじれを伴うが、光学的には、 $\lambda/2$ 板（二分の一波長板）として機能する。液晶層1が $\lambda/2$ 板として機能する場合、最大透過率となるのは、45°の方位で実効的リターデーション($\Delta n d$)が $\lambda/2$ となったときである。

【0020】〔第1の実施の形態〕入射偏光板4の透過軸を基準として、各位相差板2、3の遅相軸方位を θ_1 、 θ_3 、液晶層1の黒レベル（電極群への電圧無印加時）におけるダイレクタ方位を θ_{2B} 、白レベル（電極群への電圧印加時）におけるダイレクタ方位を θ_{2W} とする。すると、この液晶表示素子においては、以下の関係が成立している。

$$\theta_1 = \theta_3$$

$$\theta_{2B} = \theta_1 \times 2 + 90^\circ$$

$$\theta_{2W} = \theta_1 \times 2 + 45^\circ$$

ここで、 $\theta_1 = \theta_3 = 15^\circ$ とすると、 $\theta_{2B} = 120^\circ$ 、 $\theta_{2W} = 75^\circ$ となる。この液晶表示素子において、波長550nmにおけるリターデーション($\Delta n d$)を液晶層1、位相差板2、3ともに、275nmとした場合における黒レベル、白レベルの分光透過率は、図2に示すように、広い波長帯域に亘って平坦な特性を示している。なお、ここで、位相差板2、3としては、ポリカーボネイト(Polycarbonate)延伸フィルムを用いた。

【0022】位相差板2、3のリターデーション($\Delta n d$)は、概ね、液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)に等しく設定する。位相差板2、3と液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)がずれると、図3に示すように、黒レベルの透過率が上昇する。この図3では、液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)のみを変化させた場合の黒レベルの分光透過率を示している。すなわち、液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)の位相差板2、3のリターデーション($\Delta n d$)に対する比率を0.67乃至1.33の範囲で変化させた場合の黒レベルの分光透過率である。

【0023】リターデーション($\Delta n d$)の値は、図4に示すように、白レベルに影響する。この図4は、位相差板2、3のリターデーション($\Delta n d$)を、液晶層1及び位相差板2、3のリターデーション($\Delta n d$)を等しく保った状態で変化させた場合の白レベルの分光透過率を示している。

【0024】白レベルの分光透過率をよりフラットにするには、リターデーション($\Delta n d$)は、波長550nmにおいて、200nm乃至300nm程度の範囲が望

ましい。しかし、この値は、フラットにしたい波長帯域に応じて調整すべきものである。

【0025】また、位相差板2, 3及び液晶層1の配向方向は、上述の関係式を満たしており、かつ、 $0^\circ < \theta_1 \leq 30^\circ$ の範囲であることが望ましい。 θ_1 を変化させると、図5に示すように、白レベルの分光透過率が変化する。

【0026】この液晶表示素子においては、中間調表示については完全な補償とはならないものの、従来品と比較すれば、図6に示すように、電圧を変化させていったときの分光透過率について改善が見られる。すなわち、青側の波長帯域において、透過率の逆転現象が発生していない。

【0027】なお、角度設定については、入射偏光板4の吸収軸を基準にとっても同様の結果が得られる。

【0028】次に、視野角については、位相差板2, 3として一軸性のものを使うと、視野角が大きくなるにつれて、位相差が変化することとなる。位相差が変化すると、図7に示すように、黒レベルの上昇が起こる。また、白レベルについても、図8に示すように、レベルが変化する。図7は、一軸性の位相差板を使った場合の波長550nmにおける黒レベルと、白レベルについての、方位角 0° (水平)、 45° 、 90° (垂直)、 135° での波長550nmにおける透過率の視野角に対する特性を示している。なお、偏光板としては、「日東電工G1220DU」を用いた。

【0029】本発明に係る液晶表示素子においては、このような視野角についての特性を改善するため、二軸性の位相差板を用いている。すなわち、厚さ方向の屈折率を n_z 、遅相軸屈折率を n_s 、進相軸屈折率を n_f として、以下の条件が満たされている。

【0030】

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) = 0.5$$

この条件が満たされているときには、視野角が大きくなったときでも、図8に示すように、位相差が補償される。なお、この条件が満たされていることは、位相差板が二軸性であることに対応しており、この値が1であることは、位相差板が一軸性であることに対応する。図8は、この条件を満たすような二軸性の位相差板を使ったときの波長550nmにおける黒レベルと、白レベルについての、方位角 0° (水平)、 45° 、 90° (垂直)、 135° での波長550nmにおける透過率の視野角に対する特性を示している。また、この条件が満たされている場合において、視野角が変化したときの色度変化は、図9乃至図12に示すように、極めて少ないものとなっている。これら図9乃至図12は、方位角 0° (水平)、 45° 、 90° (垂直)、 135° について、それぞれ、視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示している。なお、偏光板としては、「日東電工G1220DU」を用いた。

【0031】〔第2の実施の形態〕この液晶表示素子において、黒レベルの特性をさらに改善するには、以下の条件が満足されていることが望ましい。

【0032】

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) < 0.5$$

また、一般的なIPSでは、電圧を十分印加できないので、白レベルでは、実効的リターデーション($\Delta n d$)は黒レベルの80%程度に低下し、さらに、実効的方位変化は、 30° 程度である。この状態では、白レベルにおいても、以下の条件が満足されていることが望ましい。

【0033】

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) < 0.5$$

ここで、第1の実施の形態と同じ構成で、以下の条件が満足されているものとする。

【0034】

$$(n_s - n_z) / (n_s - n_f) = 0.2$$

この場合においては、図13の「等コントラストコントラスト図」及び図14の「白レベルの等色差コントラスト図」に示すように、図15の従来の液晶表示素子の「等コントラストコントラスト図」及び図16の従来の液晶表示素子の「白レベルの等色差コントラスト図」に比較して、視野角が広がっていることがわかる。ここで、「等コントラストコントラスト図」については、コントラストが100:1以上となる範囲を示している。また、「等色差コントラスト図」においては、 $L^*u^*V^*$ 表色系において、色差が5Jnd以内である範囲を示している。

【0035】〔第3の実施の形態〕この実施の形態においては、図17に示すように、第1の位相差板2を液晶層1の片側に白レベルの分光透過率の改善の目的で1枚配置する。第2の位相差板3については視野角を補償するためにある。位相差板2, 3の配置は、図17に示すように、両側に各1枚ずつ配置する構成と、図18に示すように、液晶層1の片側に2枚を配置する構成とが考えられる。

【0036】第1の位相差板2の遅相軸と入射偏光板4の透過軸との角度を θ_1 、第2の位相差板3の遅相軸と入射偏光板4の透過軸との角度を θ_3 、液晶層1のダイレクタ方位は黒レベル (一般的には電圧無印加時) で θ_{2B} 、白レベルで θ_{2W} とする。ここで、以下の条件が成立している。

$$\theta_{2B} = \theta_1 + 90^\circ$$

$$\theta_{2W} = \theta_1 + 45^\circ$$

したがって、 $\theta_1 = 22.5^\circ$ とすると、 $\theta_{2B} = 112.5^\circ$ 、 $\theta_{2W} = 67.5^\circ$ となる。波長550nmにおいて、液晶層1、位相差板2, 3ともに、リターデーション($\Delta n d$)を275nmとした場合の黒レベル、白レベルの分光透過率は、図19に示すように、略々フラットな特性になっている。なお、位相差板2, 3としては、ポリカーボネイト (Polycarbonate) 延伸フ

ィルムを用いた。

【0038】この実施の形態において、位相差板2, 3のリターデーション($\Delta n d$)は、第1の実施の形態と同様に、概ね、液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)に等しく設定する。位相差板2, 3と液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)がずれると、図20に示すように、黒レベルの透過率が上昇する。図20は、液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)のみを変化させた場合の黒レベルの分光透過率を示しており、液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)の位相差板2, 3のリターデーション($\Delta n d$)に対する比率を0.67乃至1.33の範囲で変化させた場合のものである。なお、ここでは、 $\theta 1 = 22.5^\circ$ 、 $\theta 2B = 112.5^\circ$ 、 $\theta 2W = 67.5^\circ$ となっている。

【0039】リターデーション($\Delta n d$)の値は、図21に示すように、白レベルにも影響する。図21は、位相差板2, 3のリターデーション($\Delta n d$)を液晶層1のリターデーション($\Delta n d$)に対して等しく保ちつつ変化させた場合の白レベルの分光透過率を示している。ここでは、 $\theta 1 = 22.5^\circ$ 、 $\theta 2B = 112.5^\circ$ 、 $\theta 2W = 67.5^\circ$ となっている。白レベルの分光透過率をフラットにするには、リターデーション($\Delta n d$)は、波長550nmにおいて、200nm乃至300nm程度の範囲が望ましいが、フラットにしたい波長帯域に応じて調整すべきものである。

【0040】位相差板2, 3及び液晶層1の配向方向は、上述の関係式を満たしており、かつ、 $0 < \theta 1 \leq 30^\circ$ の範囲であることが望ましい。 $\theta 1$ を変化させた場合には、図22に示すように、白レベルの分光透過率が変化するが、ここでは、 $\theta 1 = 22.5^\circ$ の場合が最もフラットな特性を示している。ここでは、リターデーション($\Delta n d$)は、波長550nmにおいて、液晶層1及び位相差板2, 3ともに275nmとしている。

【0041】ところで、この液晶表示素子においては、視野角特性を改善するために、図17に示すように、第2の位相差板3を用いている。第1の実施の形態における同様に、位相差板の屈折率について、以下の条件が成立しているものとする。

【0042】 $(n_s - n_z) / (n_s - n_f) = 0.5$ そして、 $\theta 3 = 0^\circ$ とする。この場合には、図23に示すように、波長550nmにおける黒レベル及び白レベルの方位角 0° 、 45° 、 90° 、 135° についての透過率視野角特性は良好なものとなっている。また、視野角による色度変化についても、図24乃至図27に示すように、良好な特性となっている。これら図24乃至図27は、方位角 0° （水平）、 45° 、 90° （垂直）、 135° について、それぞれ、視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示している。ここでも、偏光板としては、日東電工G1220DUを用いた。

【0043】さらに、図18に示すように、第1及び第2の位相差板2, 3を液晶層1の片側に配置した場合において、 $\theta 3 = 90^\circ$ とする。この場合には、図28に示すように、波長550nmにおける黒レベル及び白レベルの方位角 0° 、 45° 、 90° 、 135° についての透過率視野角特性は良好なものとなっている。また、視野角による色度変化についても、図29乃至図32に示すように、良好な特性となっている。これら図29乃至図32は、方位角 0° （水平）、 45° 、 90° （垂直）、 135° について、それぞれ、視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示している。ここでも、偏光板としては、日東電工G1220DUを用いた。

【0044】

【発明の効果】上述のように、本発明に係る液晶表示素子は、いわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示素子であって、液晶層の両側または片側に配置される位相差板として、二軸性のものを用いることにより、分光透過率の改善、中間調表示における透過率の逆転現象の防止、大きな視野角における色度変化の抑制、コントラストの改善を図っている。

【0045】すなわち、本発明は、分光透過率が良好であり、中間調表示においても透過率の逆転現象が起こることがなく、さらに、大きな視野角における色度変化が抑えられ、良好なコントラストにより画像表示を行うことができる液晶表示素子を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る液晶表示素子の第1及び第2の実施の形態における構成を示す斜視図である。

【図2】上記液晶表示素子の黒レベル及び白レベルの分光特性を示すグラフである。

【図3】上記液晶表示素子において液晶層のリターデーションがずれた場合の黒レベルの分光特性を示すグラフである。

【図4】上記液晶表示素子におけるリターデーションの値の白レベルの分光特性への影響を示すグラフである。

【図5】上記液晶表示素子における位相差板の遅相軸方位の変化の白レベルの分光特性への影響を示すグラフである。

【図6】上記液晶表示素子における中間調表示についての分光透過率を示すグラフである。

【図7】液晶表示素子において位相差板として一軸性のものを使った場合の視野角に対する黒レベルの変化を示すグラフである。

【図8】液晶表示素子において位相差板として一軸性のものを使った場合の視野角に対する白レベルの変化を示すグラフである。

【図9】本発明に係る液晶表示素子において方位角 0° （水平）について視野角を 0° から 80° まで変化させ

たときの色度変化を示す色度図である。

【図10】上記液晶表示素子において方位角 45° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図11】上記液晶表示素子において方位角 90° （垂直）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図12】上記液晶表示素子において方位角 135° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図13】上記液晶表示素子における等コントラストコントラスト図である。

【図14】上記液晶表示素子における白レベルの等色差コントラスト図である。

【図15】従来の液晶表示素子における等コントラストコントラスト図である。

【図16】上記従来の液晶表示素子における白レベルの等色差コントラスト図である。

【図17】本発明に係る液晶表示素子の第3の実施の形態において位相差板を液晶層の両側に配置した構成を示す斜視図である。

【図18】上記液晶表示素子の第3の実施の形態において位相差板を液晶層の片側に配置した構成を示す斜視図である。

【図19】上記液晶表示素子の黒レベル及び白レベルの分光特性を示すグラフである。

【図20】上記液晶表示素子において液晶層のリターデーションがずれた場合の黒レベルの分光特性を示すグラフである。

【図21】上記液晶表示素子におけるリターデーションの値の白レベルの分光特性への影響を示すグラフである。

【図22】上記液晶表示素子における位相差板の遅相軸方位の変化の白レベルの分光特性への影響を示すグラフである。

【図23】上記液晶表示素子において $\theta_3 = 0^\circ$ とした場合の視野角に対する白レベル及び黒レベルの変化を示すグラフである。

【図24】上記液晶表示素子において方位角 0° （水平）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図25】上記液晶表示素子において方位角 45° につ

いて視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図26】上記液晶表示素子において方位角 90° （垂直）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図27】上記液晶表示素子において方位角 135° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図28】上記液晶表示素子において $\theta_3 = 90^\circ$ とした場合の視野角に対する白レベル及び黒レベルの変化を示すグラフである。

【図29】上記液晶表示素子において方位角 0° （水平）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図30】上記液晶表示素子において方位角 45° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図31】上記液晶表示素子において方位角 90° （垂直）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図32】上記液晶表示素子において方位角 135° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図33】従来の液晶表示素子における黒レベル及び白レベルの分光特性を示すグラフである。

【図34】上記従来の液晶表示素子における中間調表示についての分光透過率を示すグラフである。

【図35】上記従来の液晶表示素子において方位角 0° （水平）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図36】上記従来の液晶表示素子において方位角 45° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

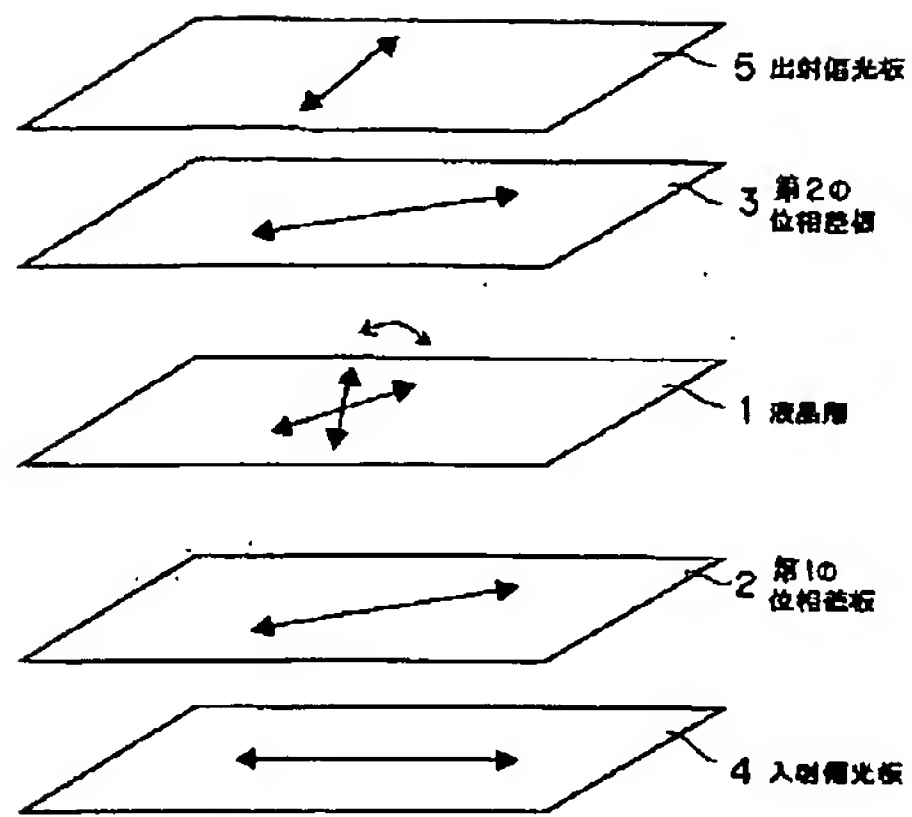
【図37】上記従来の液晶表示素子において方位角 90° （垂直）について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

【図38】上記従来の液晶表示素子において方位角 135° について視野角を 0° から 80° まで変化させたときの色度変化を示す色度図である。

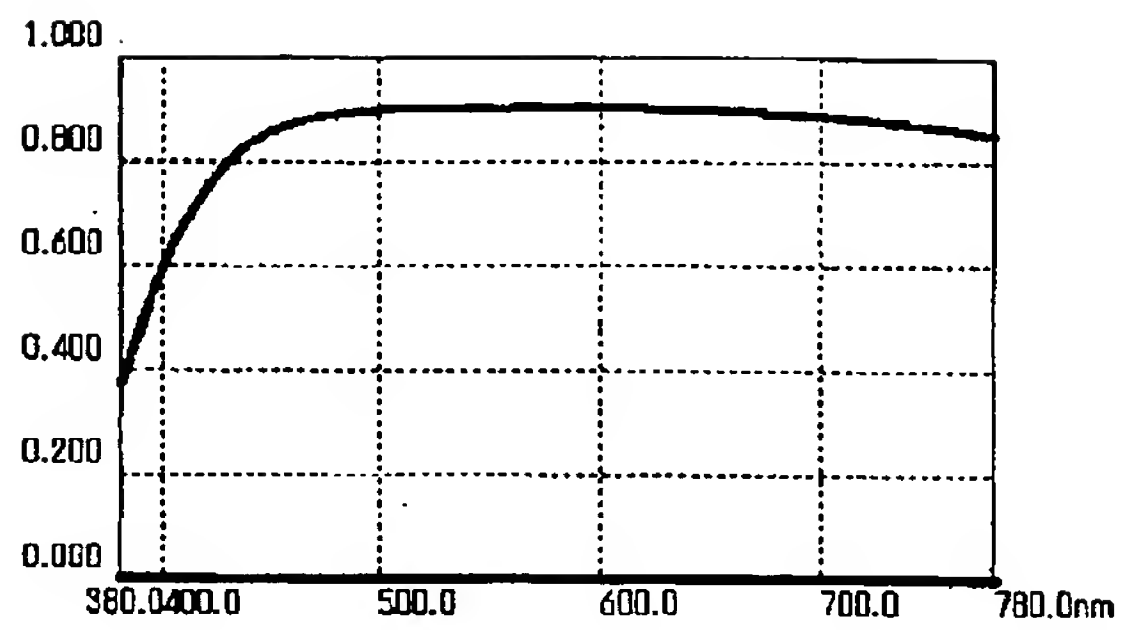
【符号の説明】

1 液晶層、2 第1の位相差板、3 第2の位相差板、4 入射偏光板、5 出射偏光板

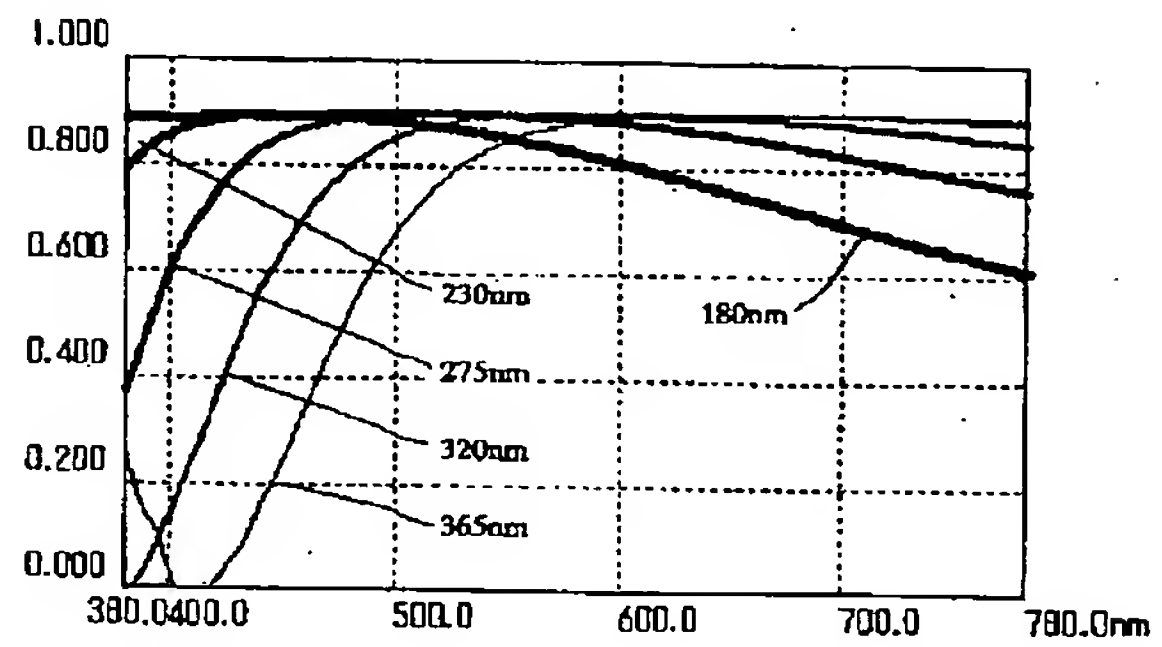
【図1】



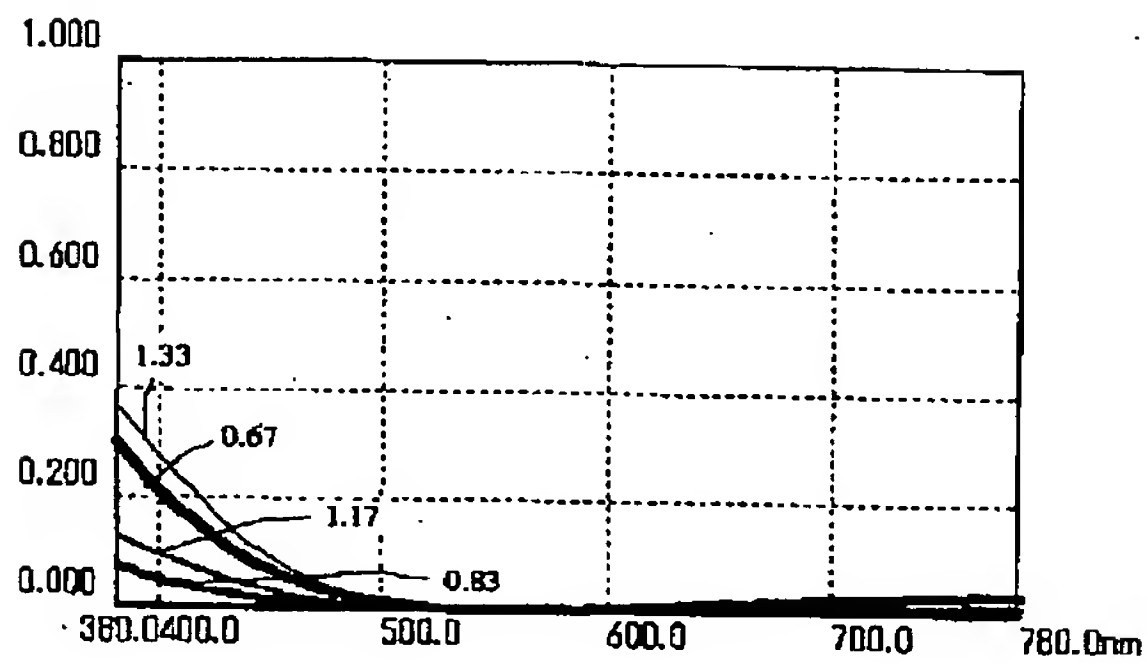
【図2】



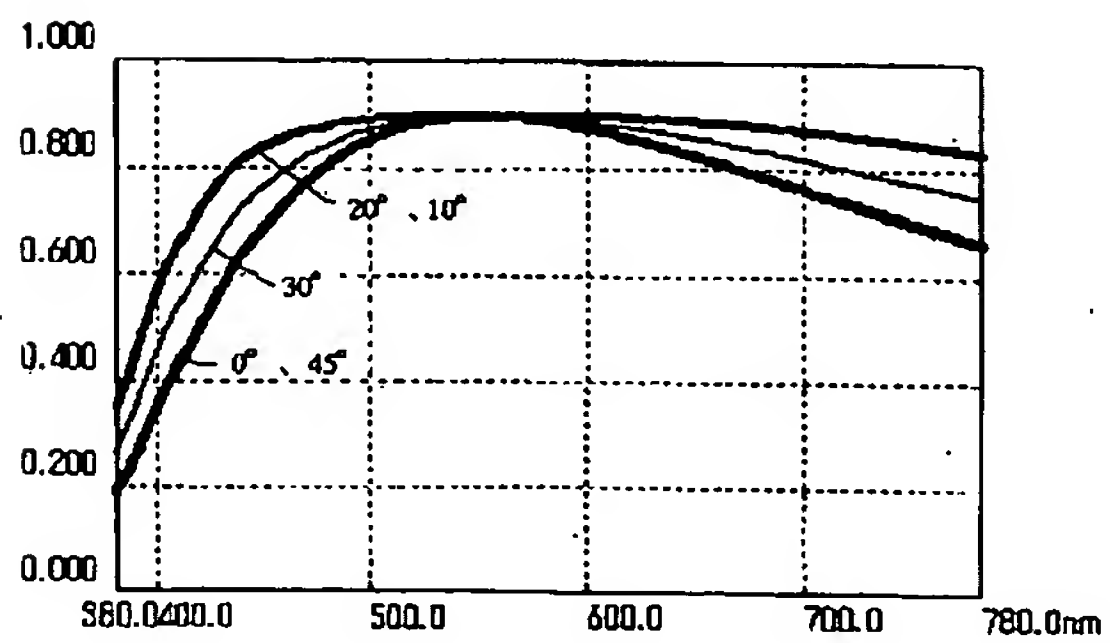
【図4】



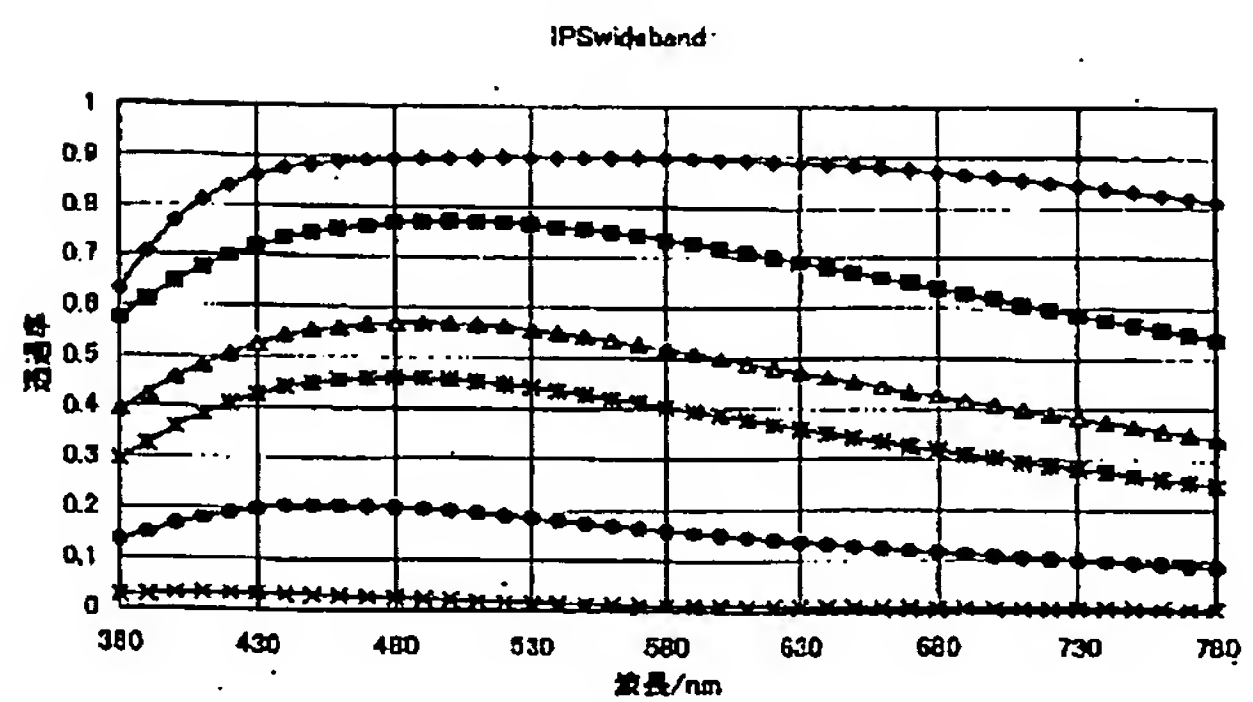
【図3】



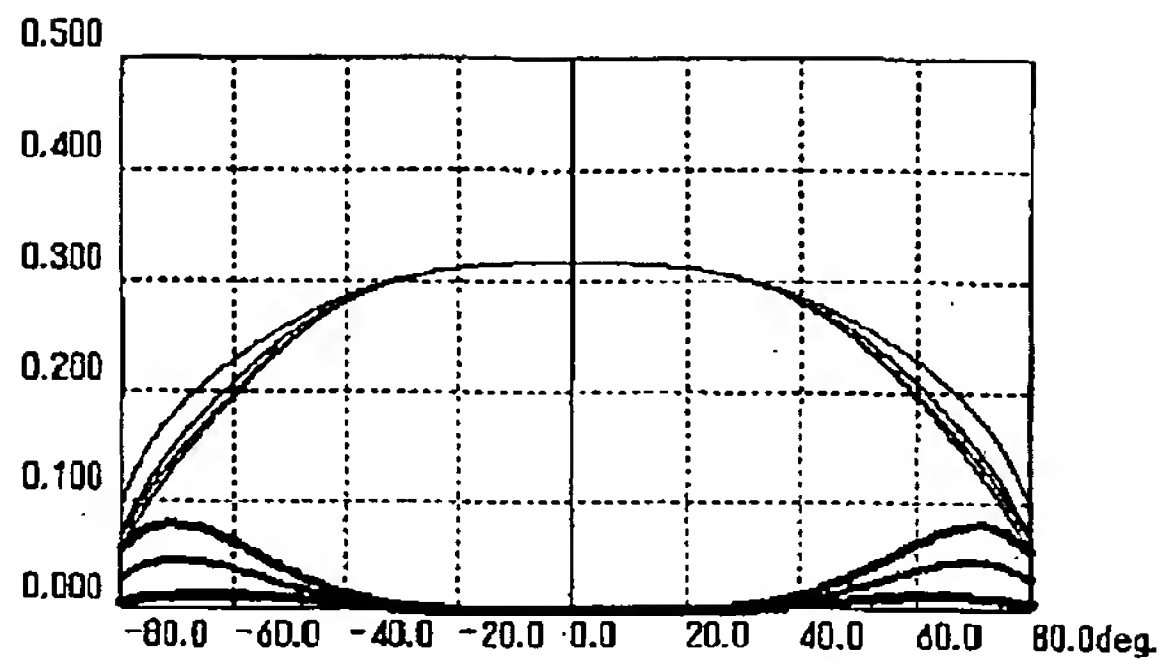
【図5】



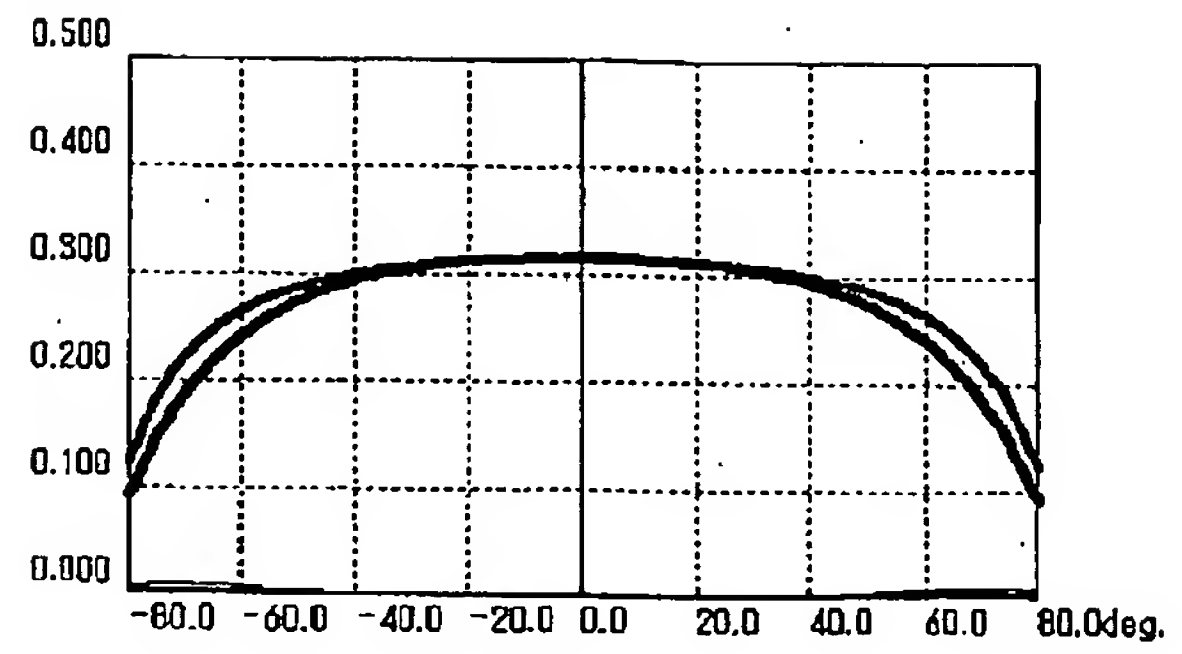
【図6】



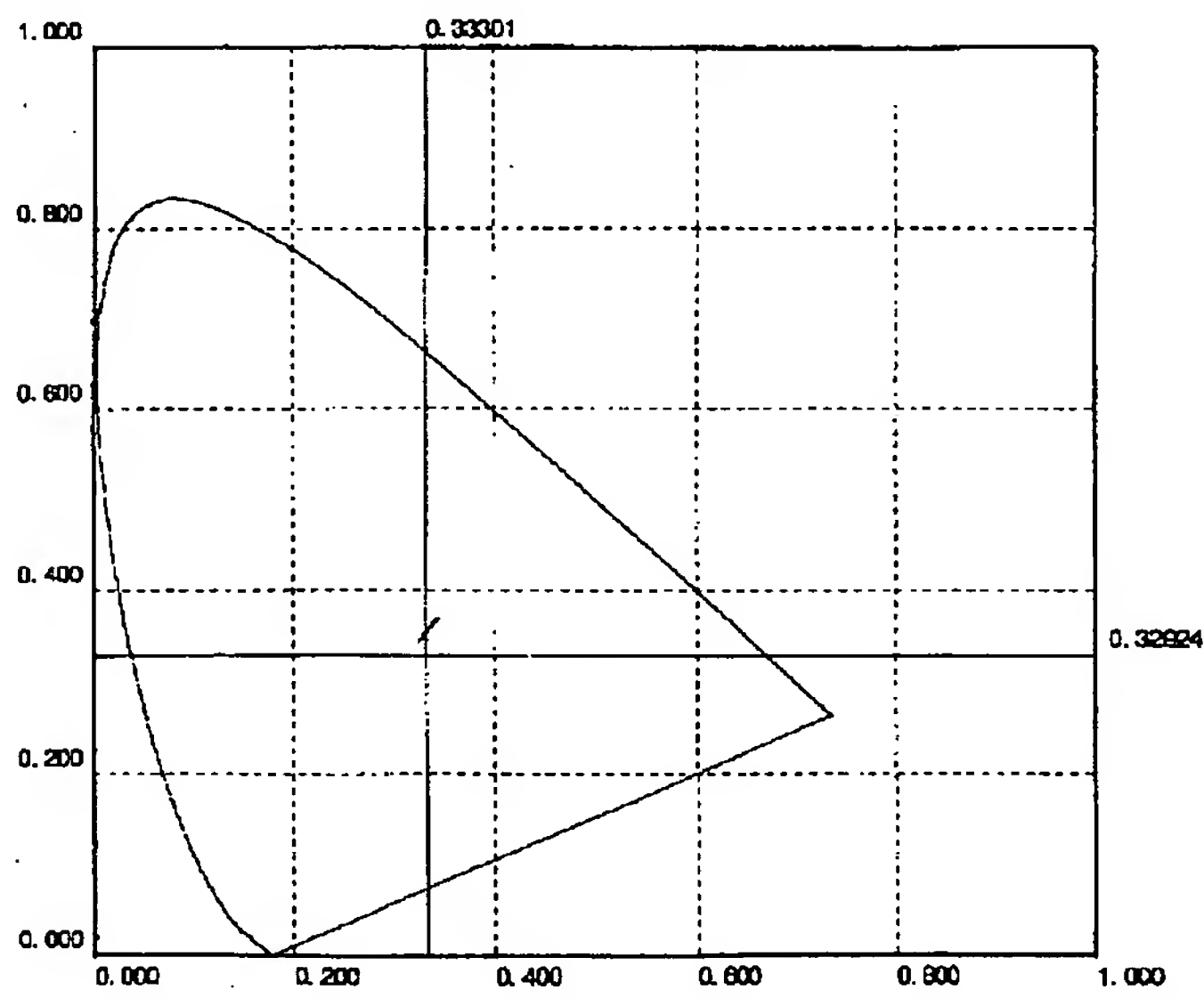
【図 7】



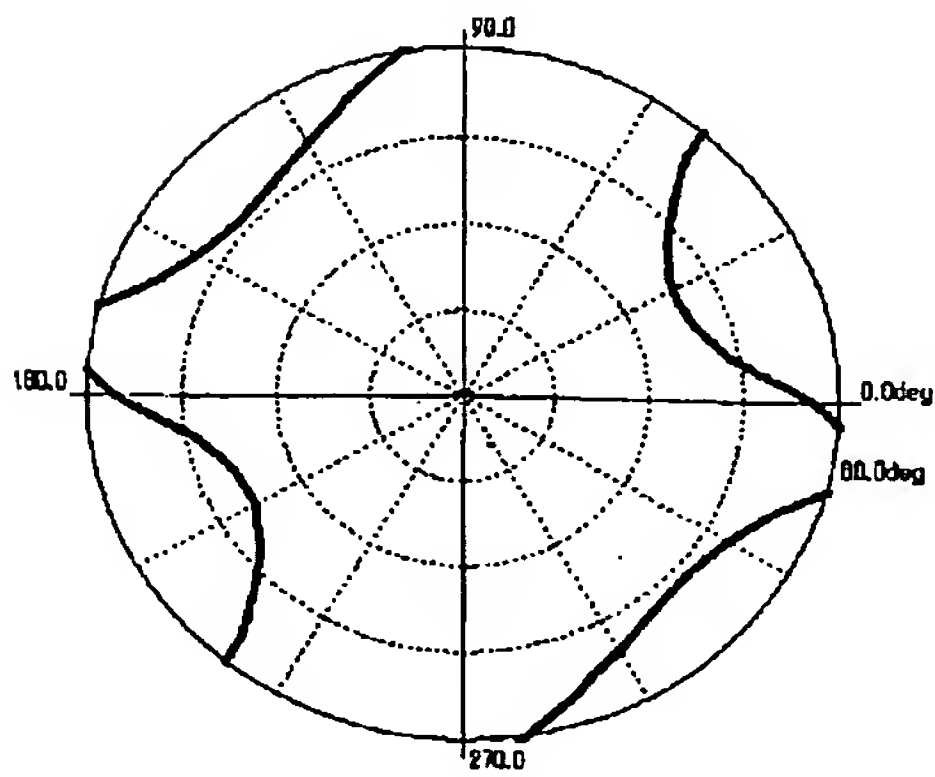
【図 8】



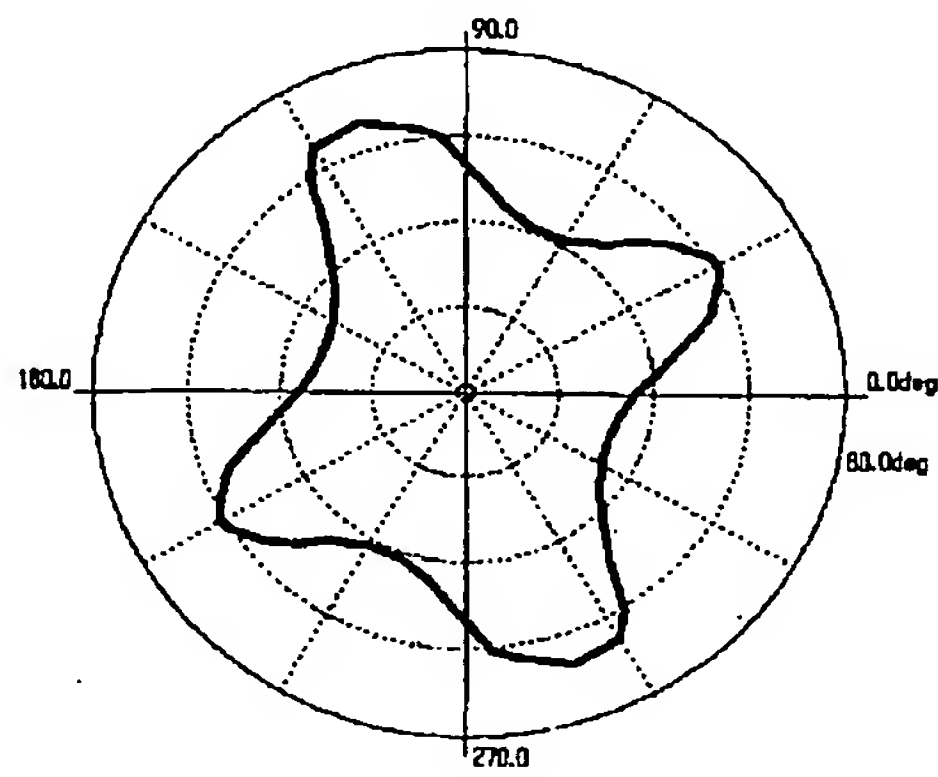
【図 9】



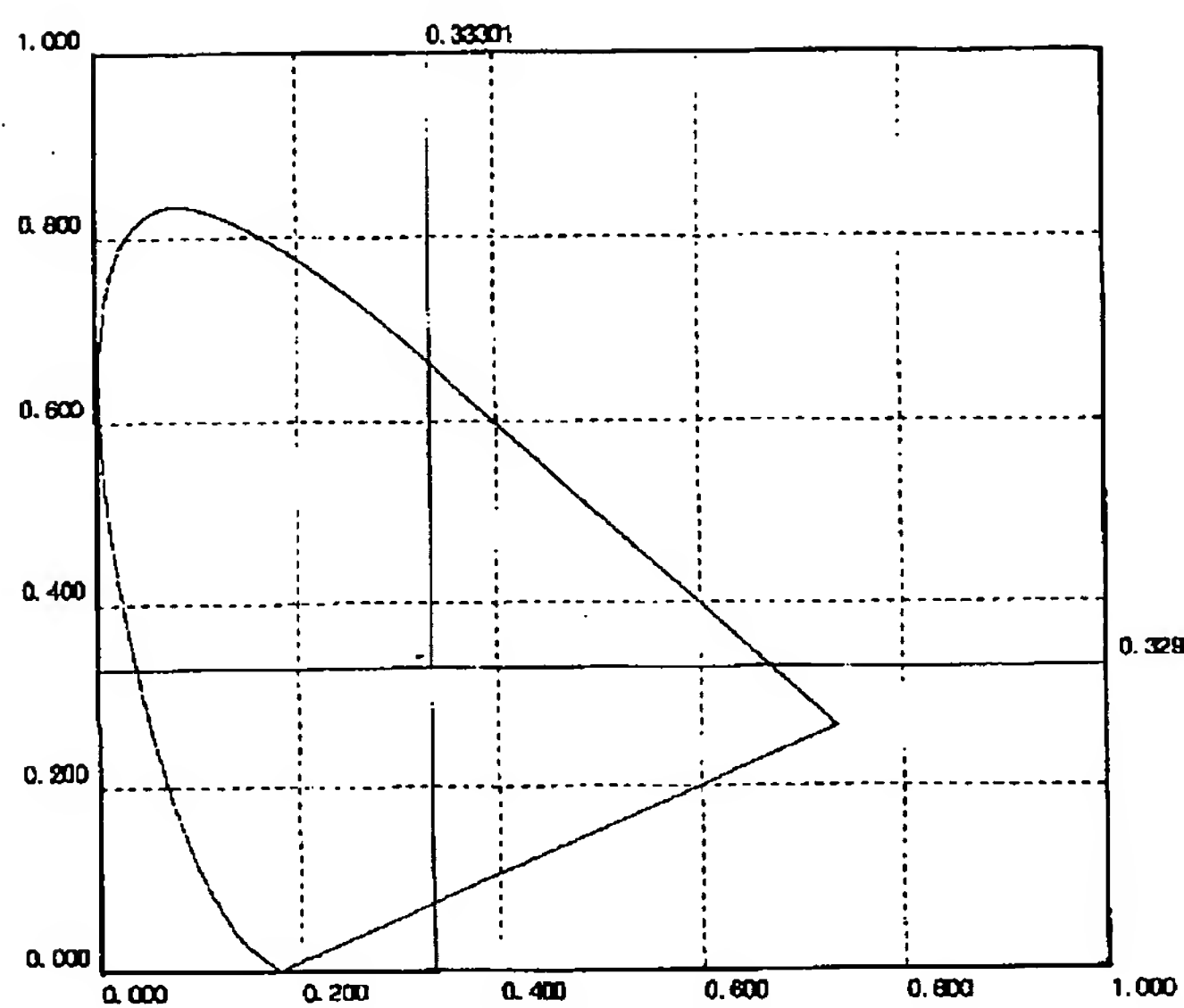
【図 13】



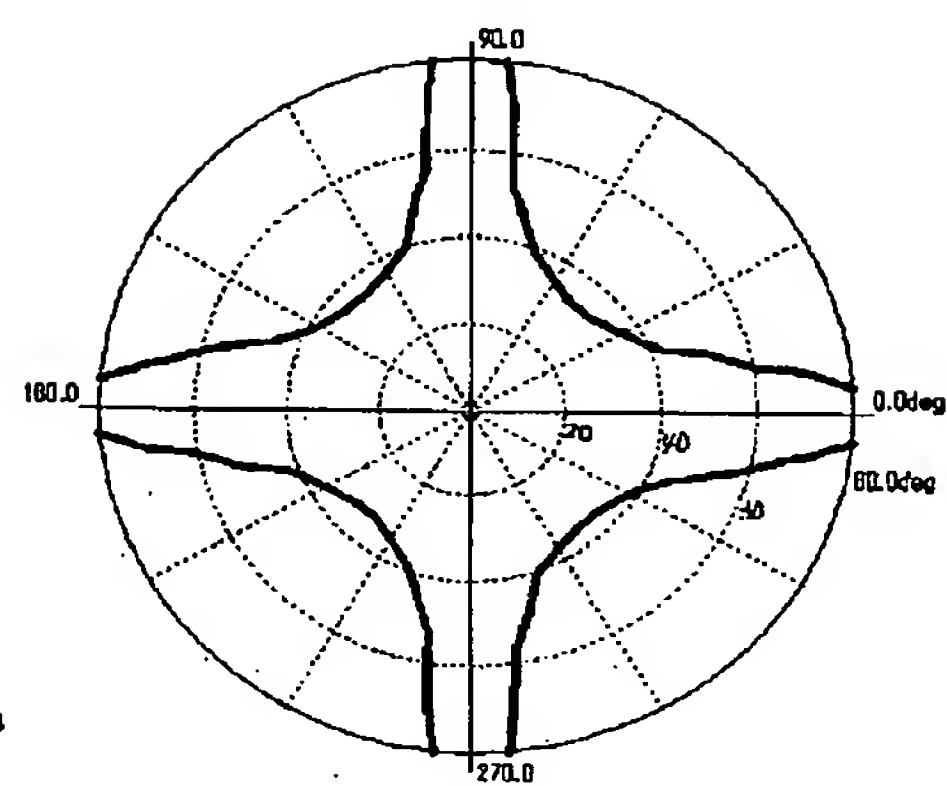
【図 14】



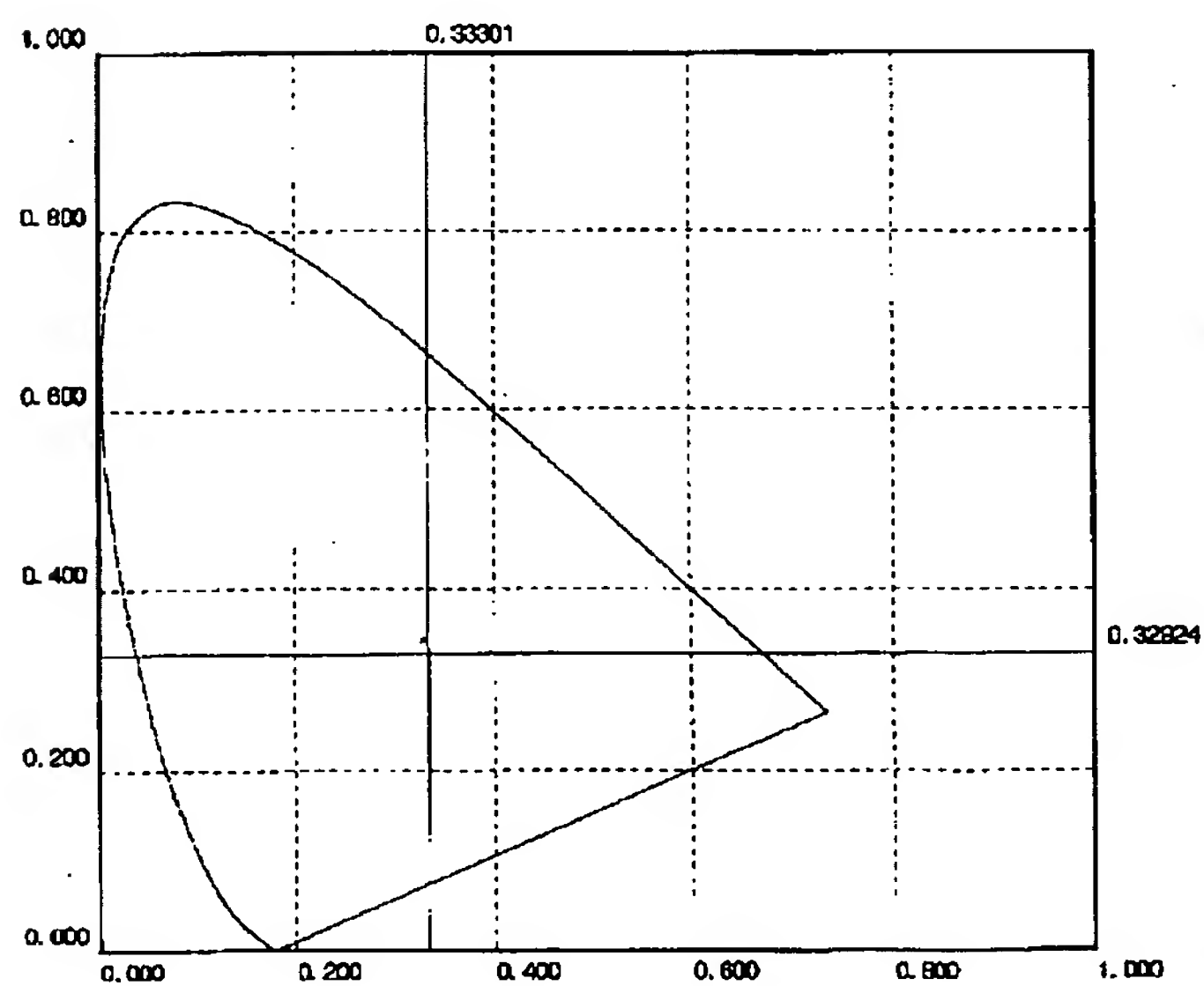
【図 10】



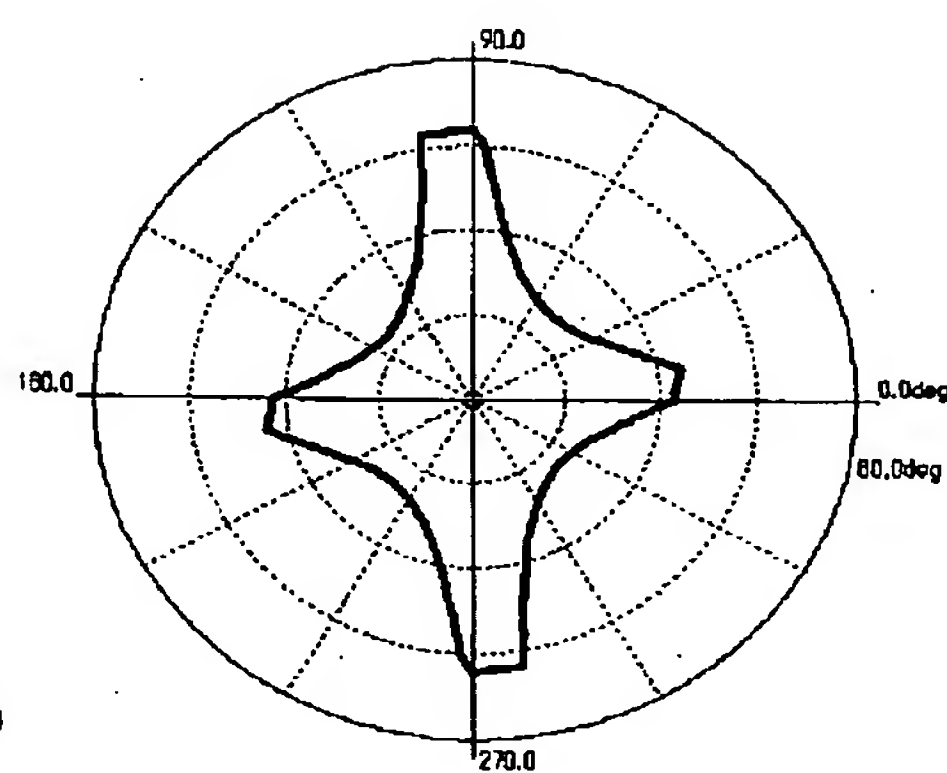
【図 15】



【図 11】



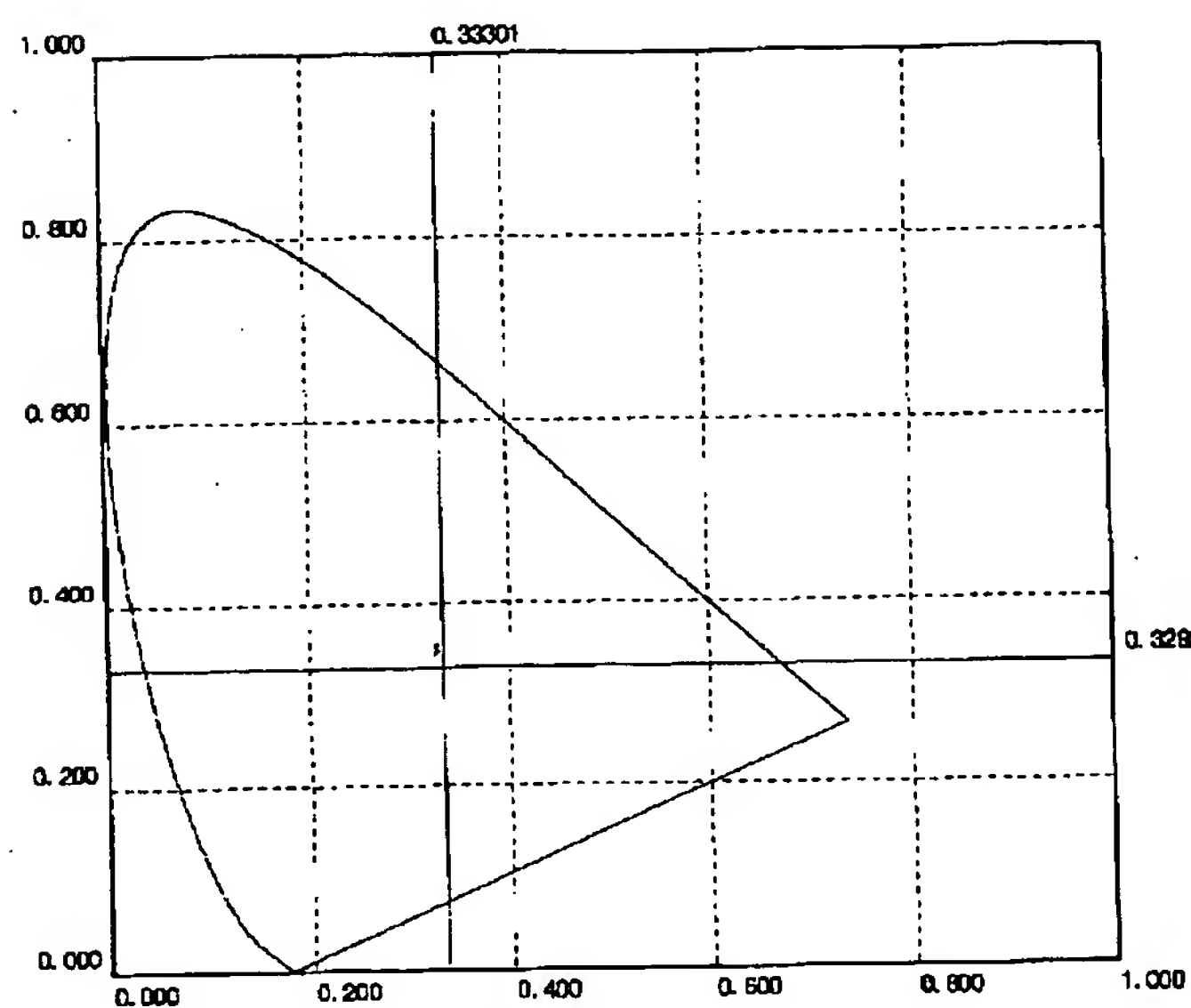
【図 16】



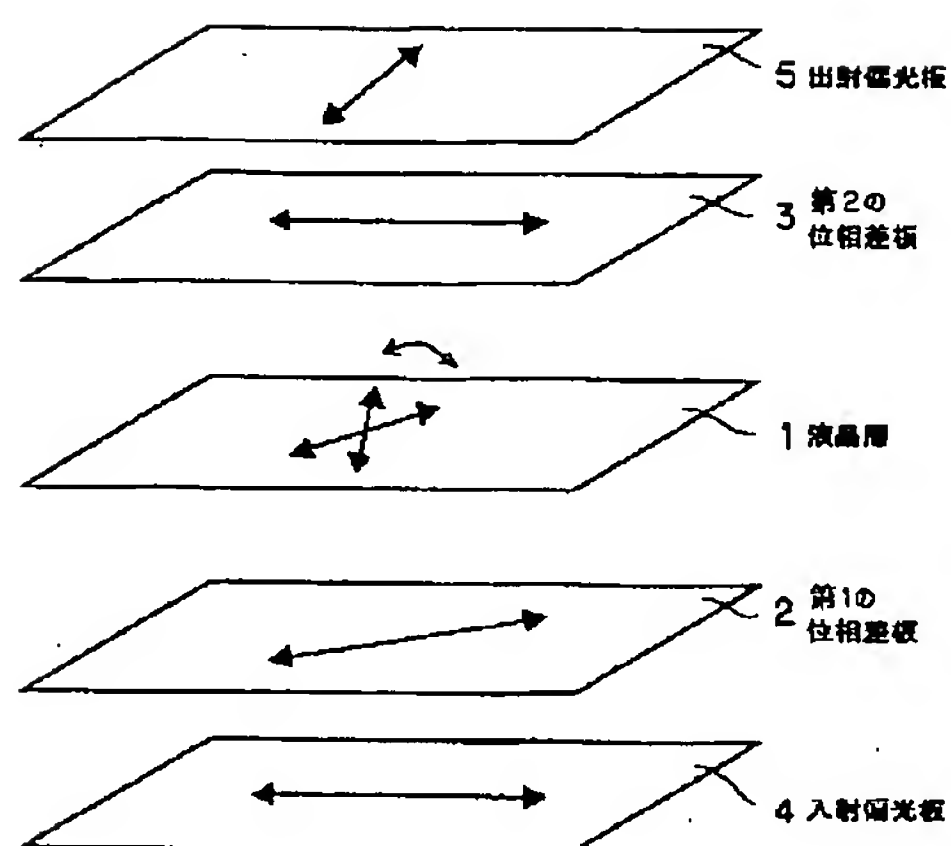
【図 19】



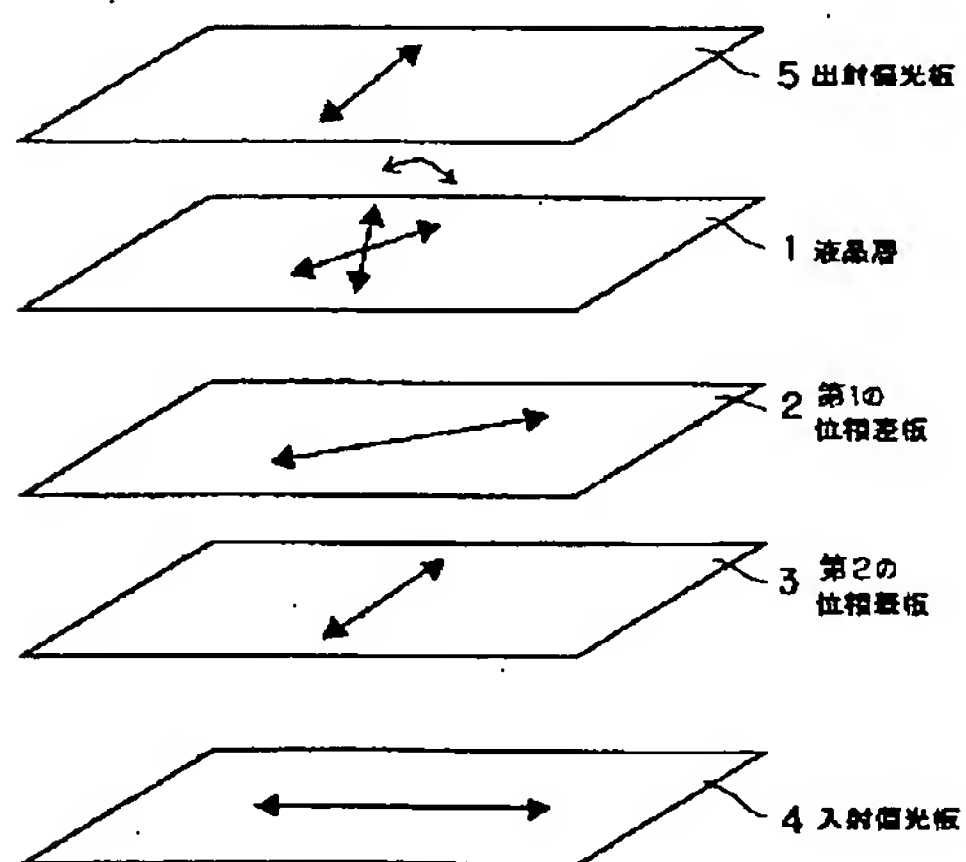
【図12】



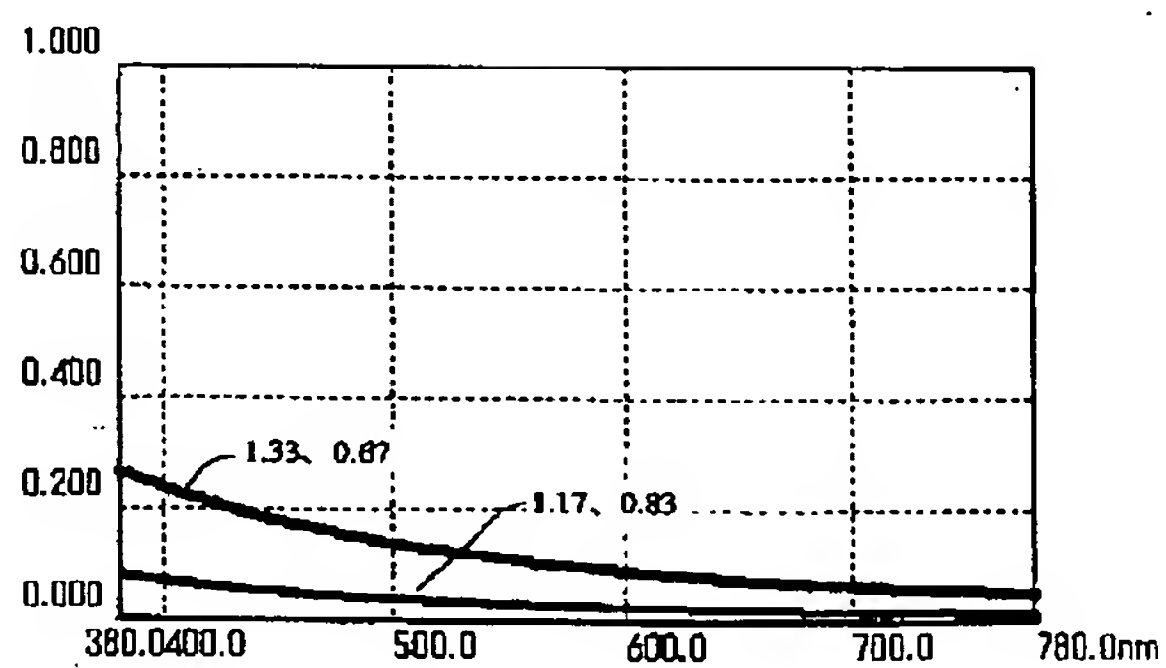
【図17】



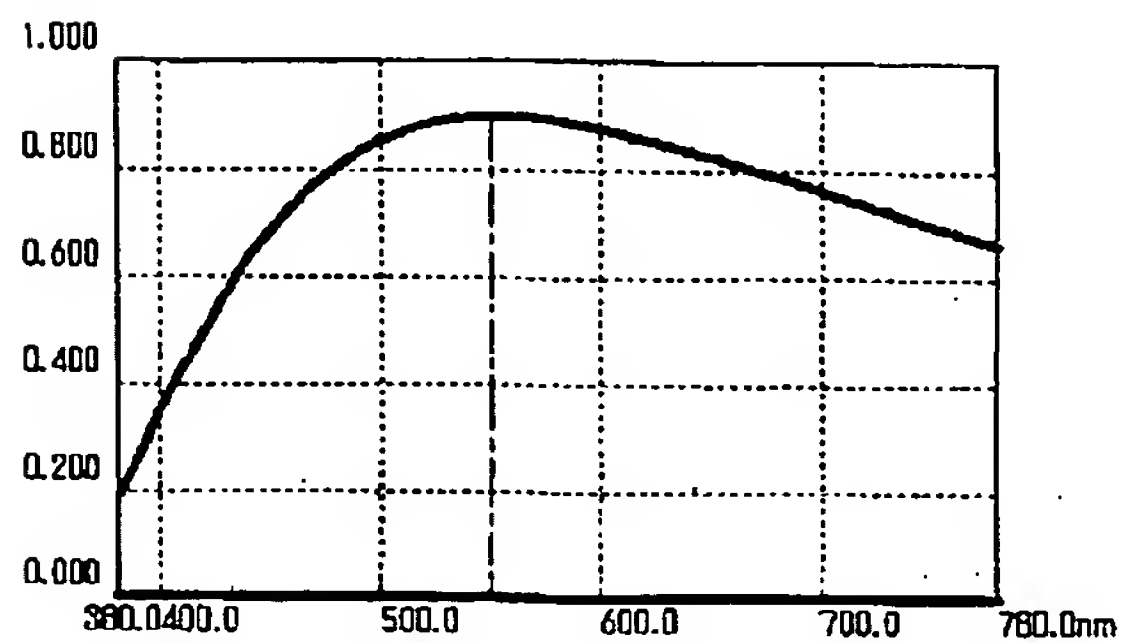
【図18】



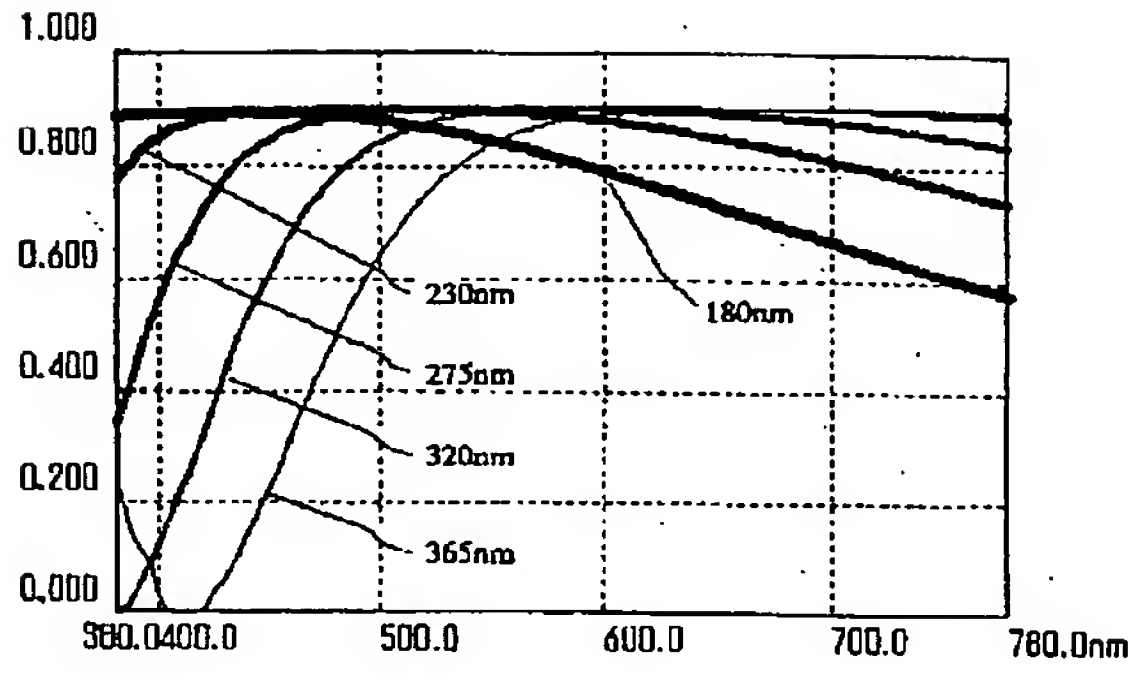
【図20】



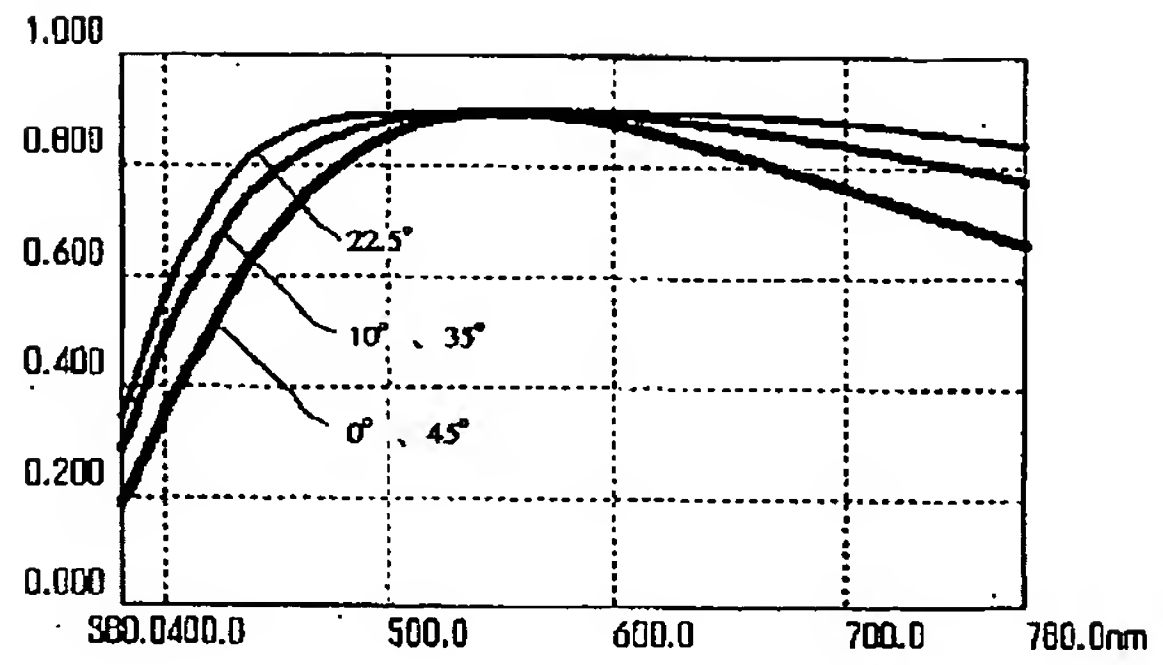
【図33】



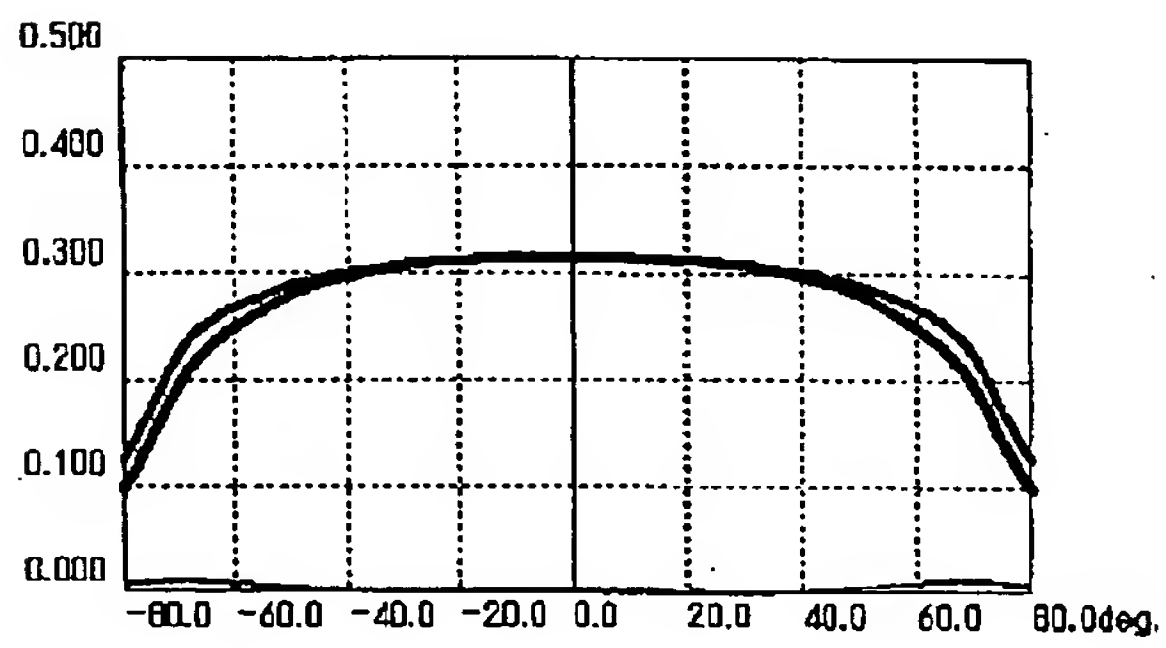
【図21】



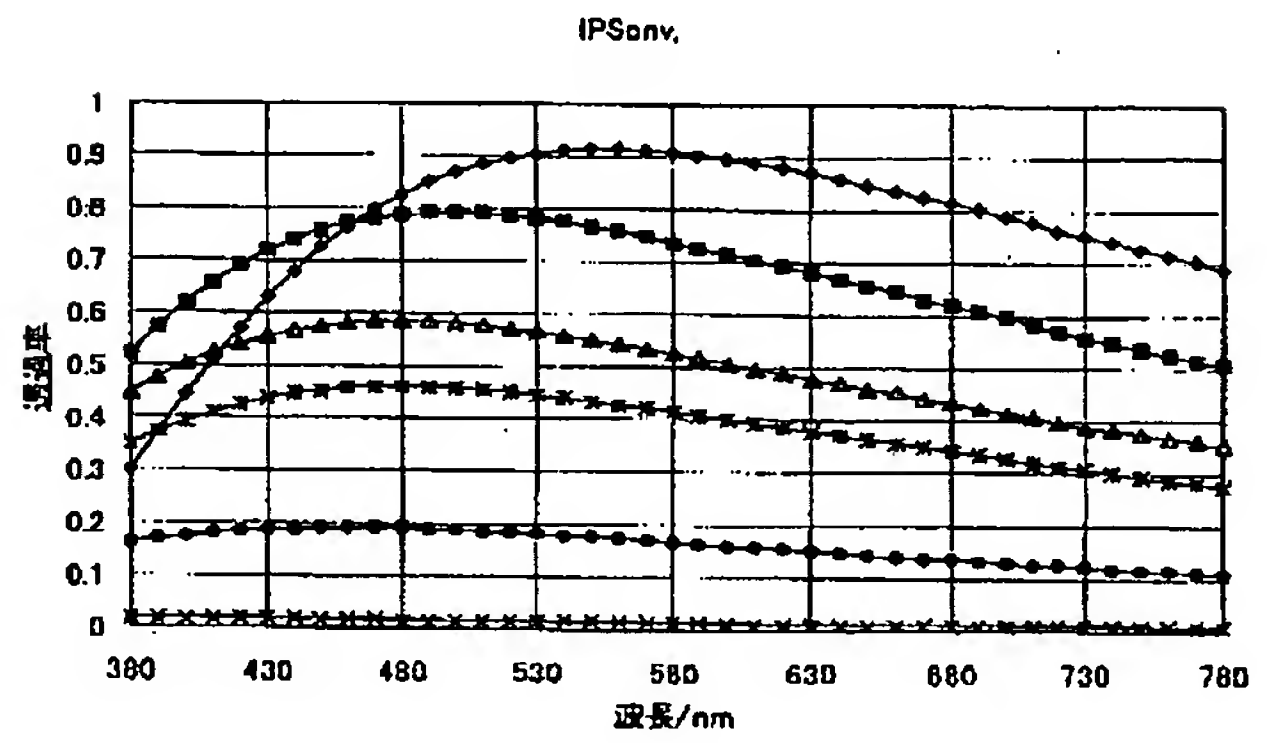
【図22】



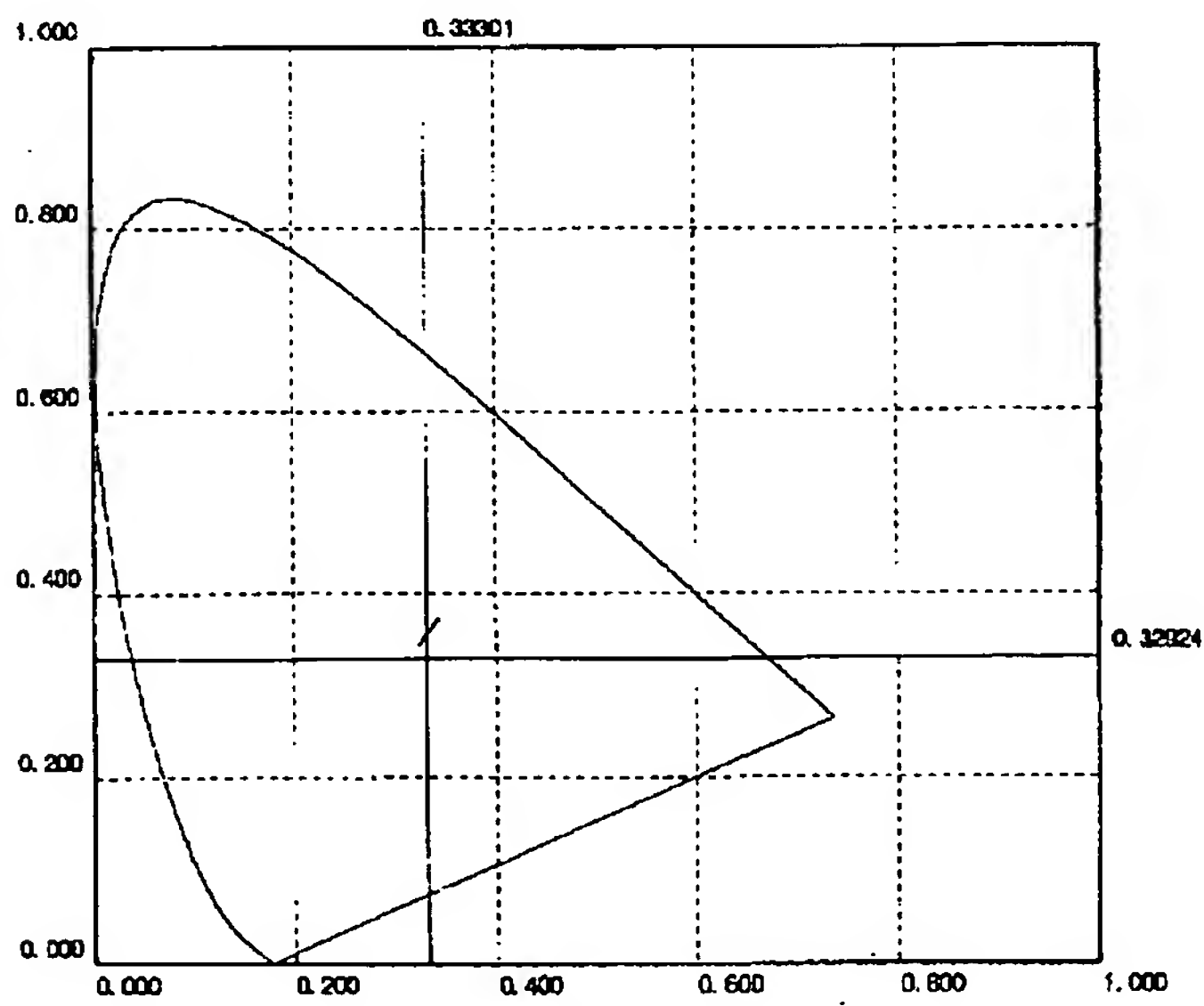
【図23】



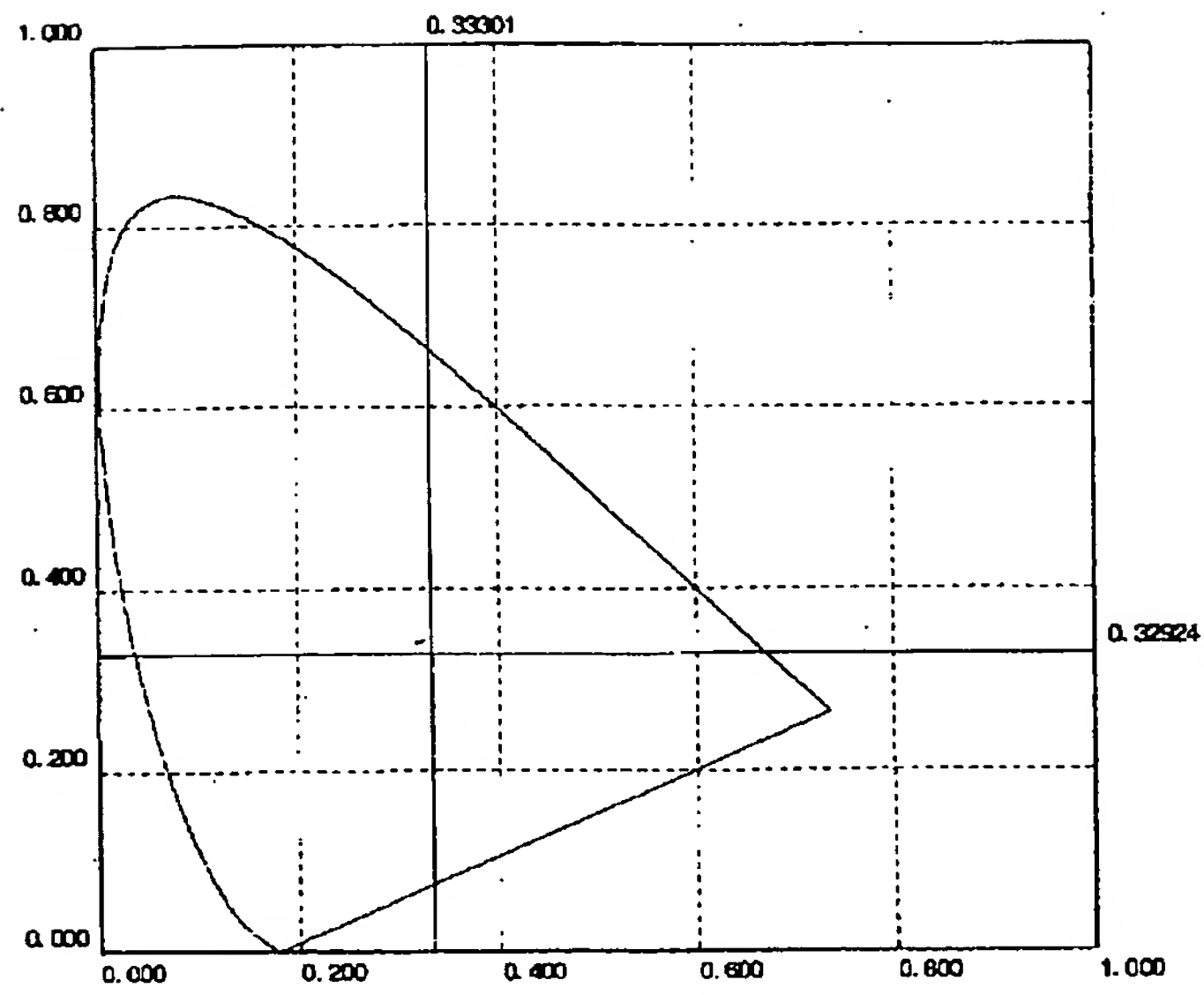
【図34】



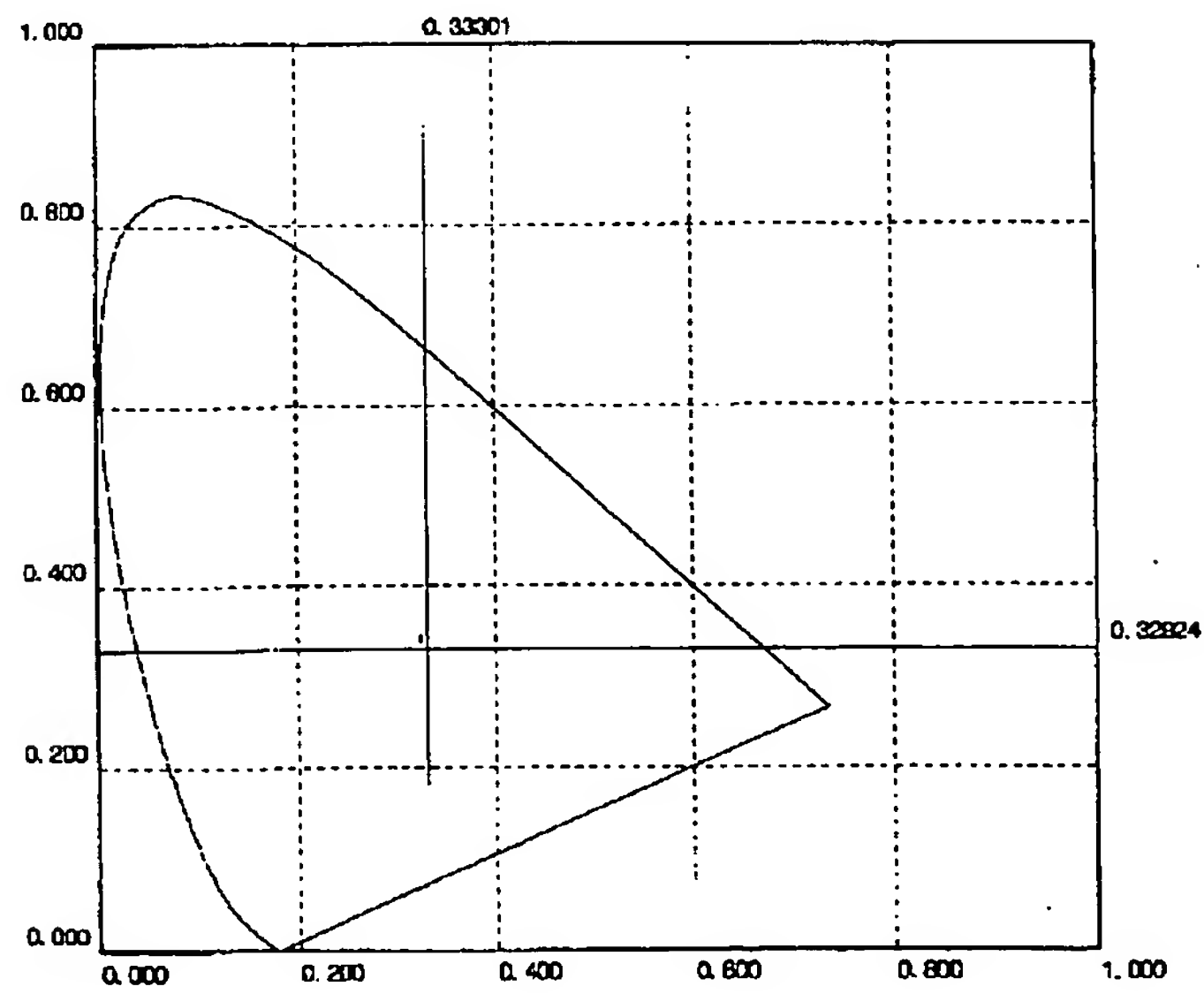
【図24】



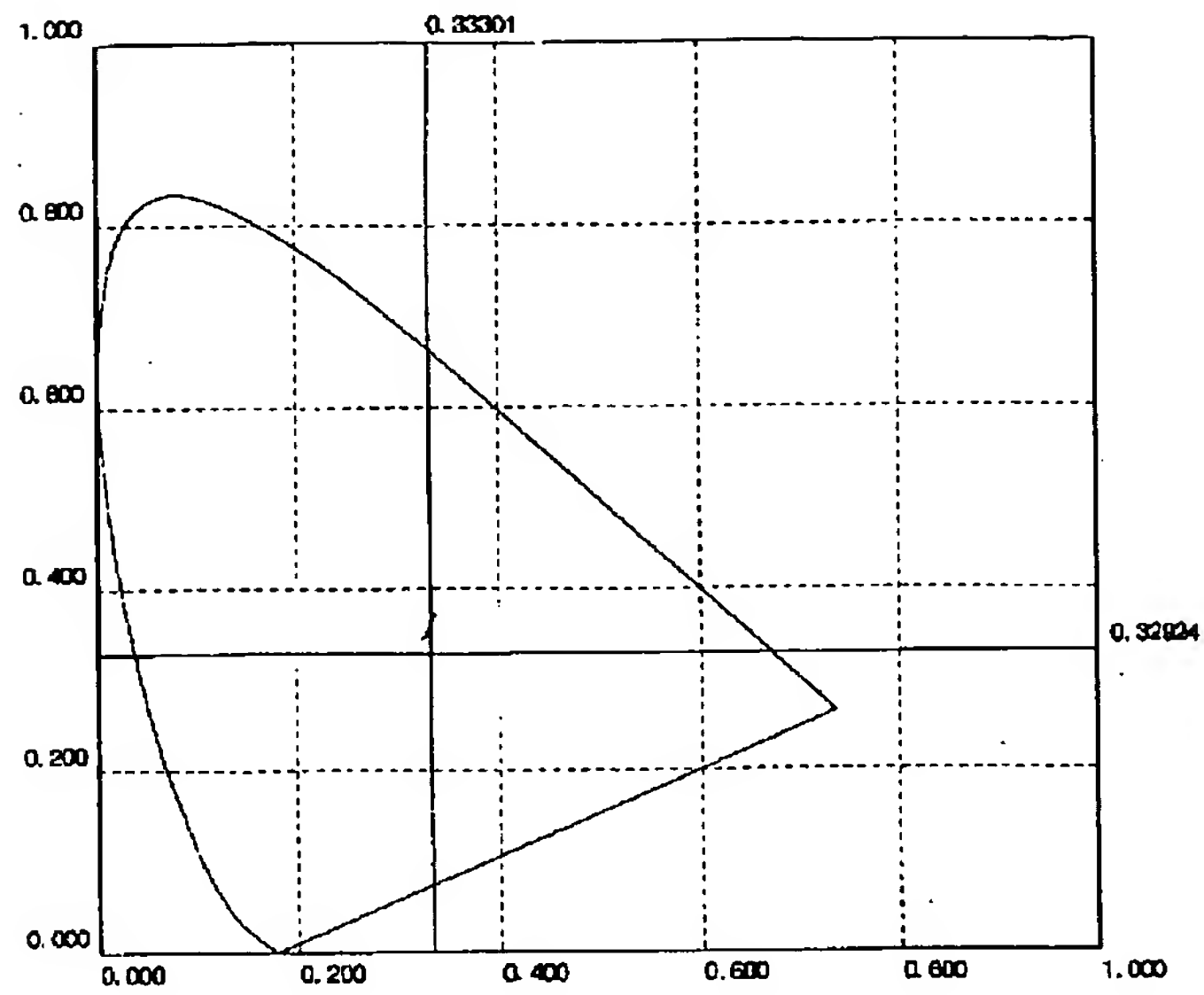
【図 2 5】



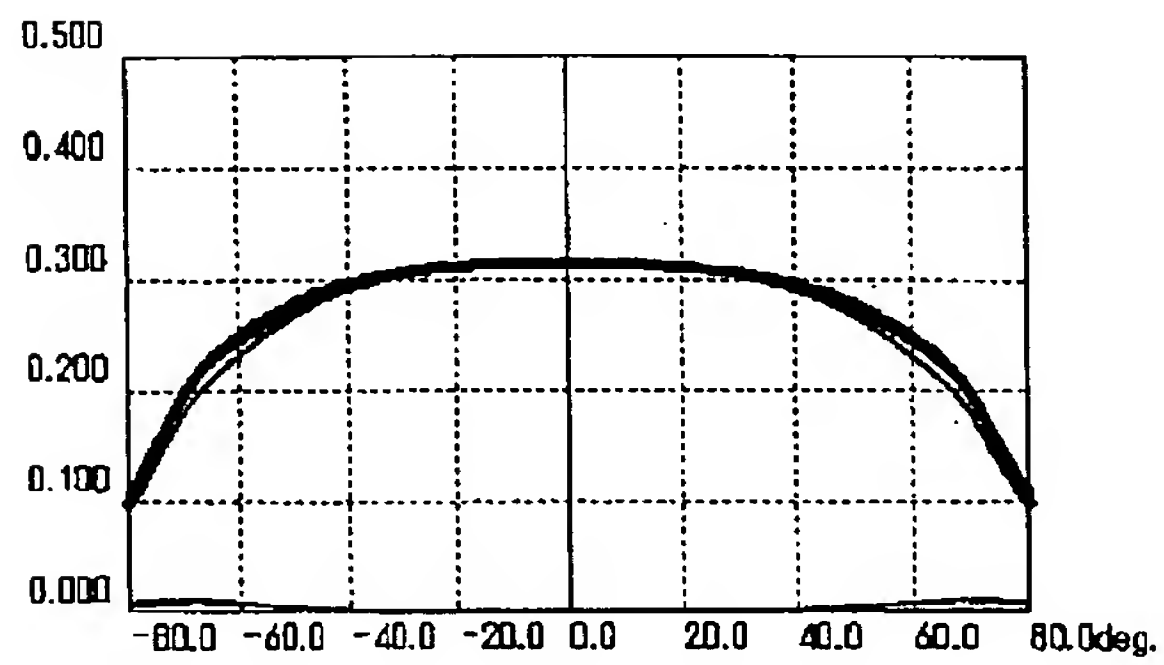
【図 2 6】



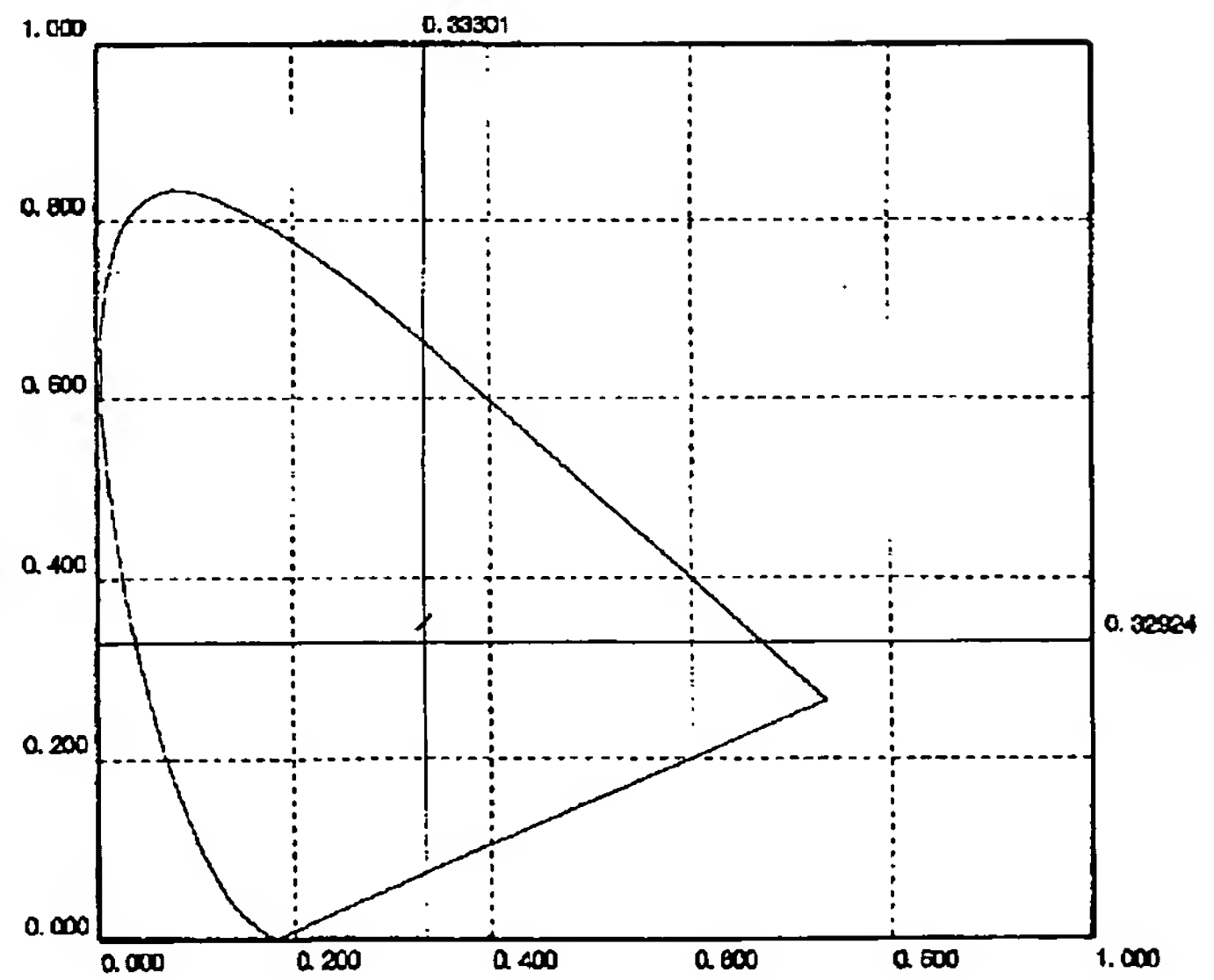
【図27】



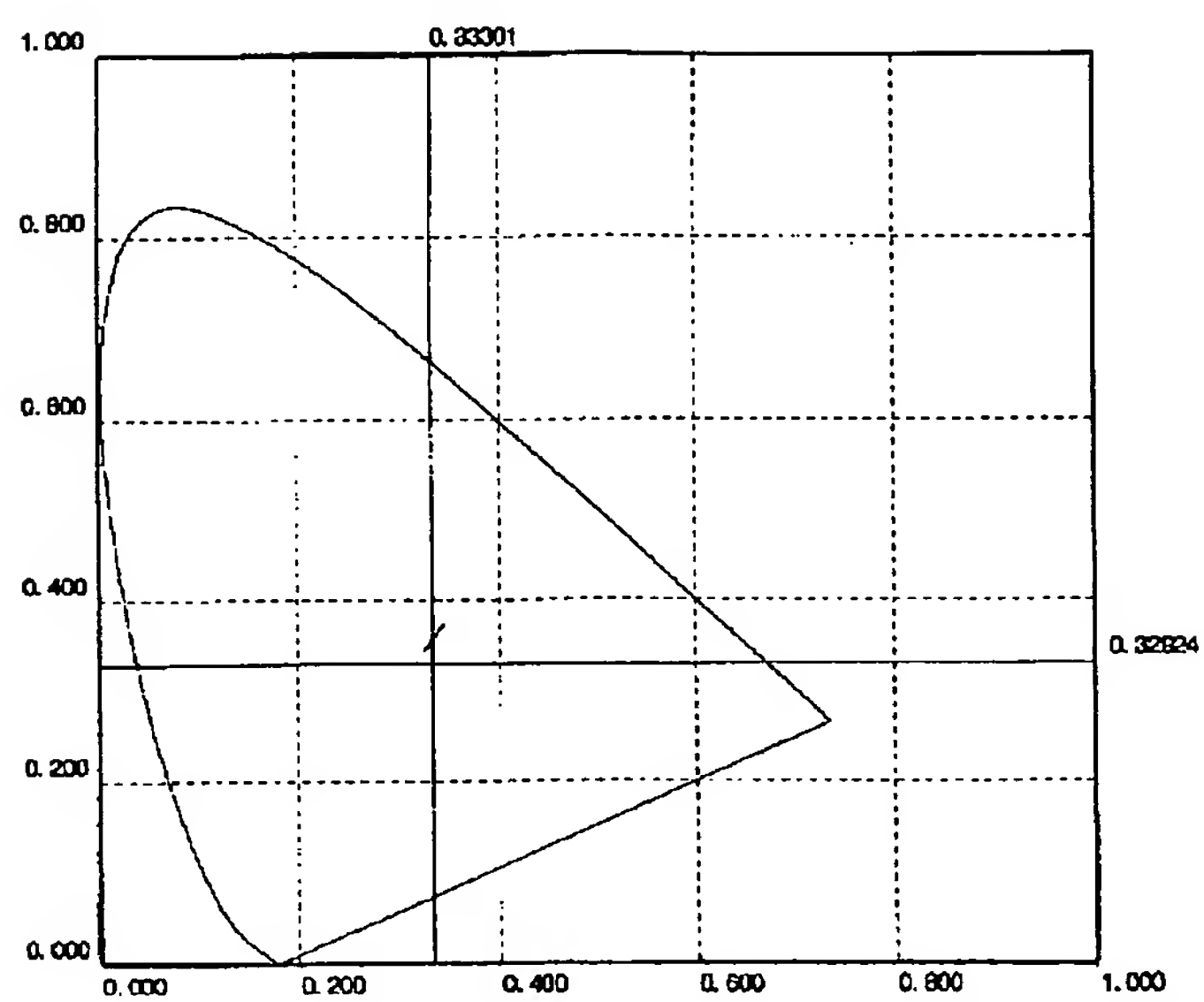
【図28】



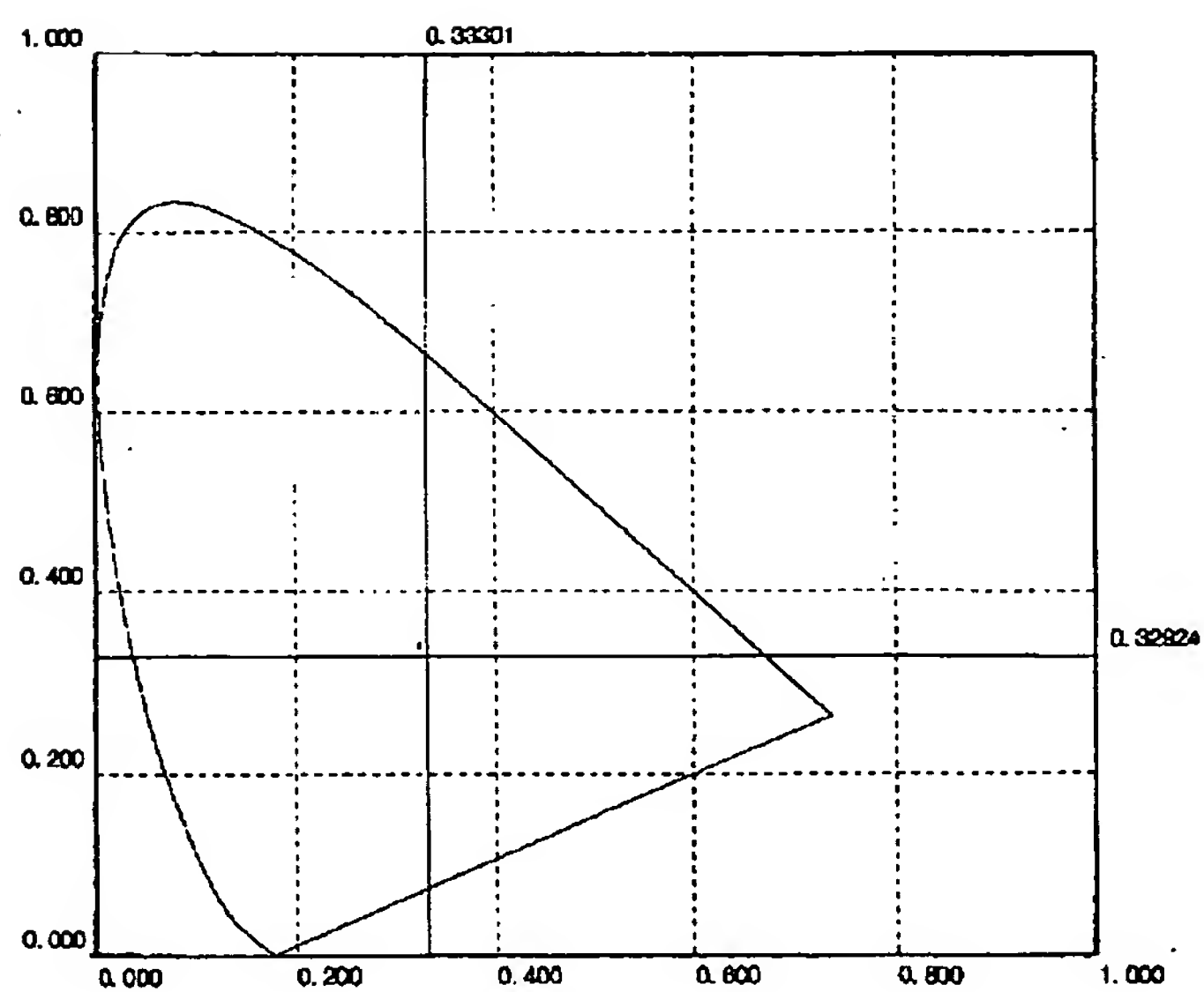
【図30】



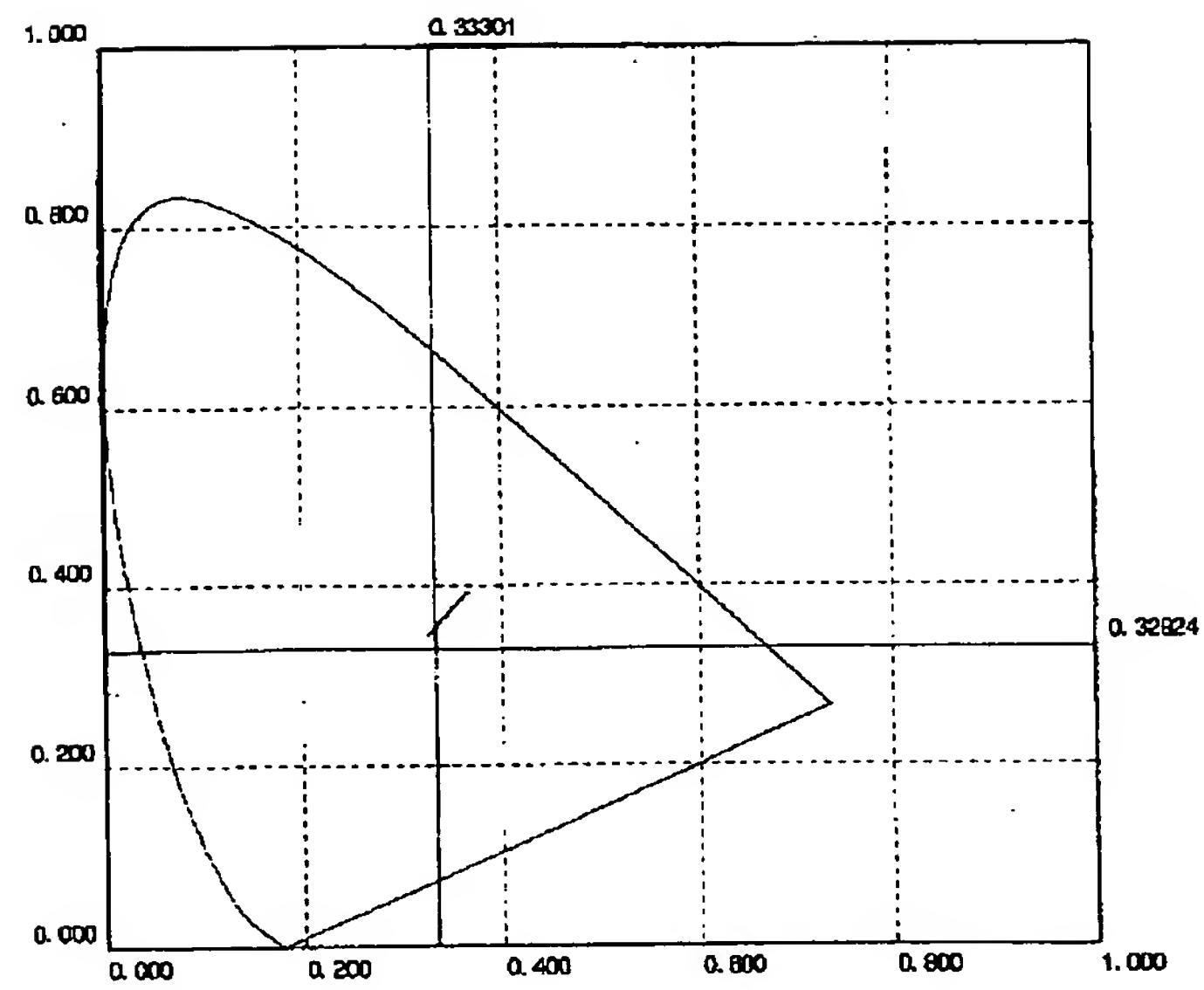
【図 2 9】



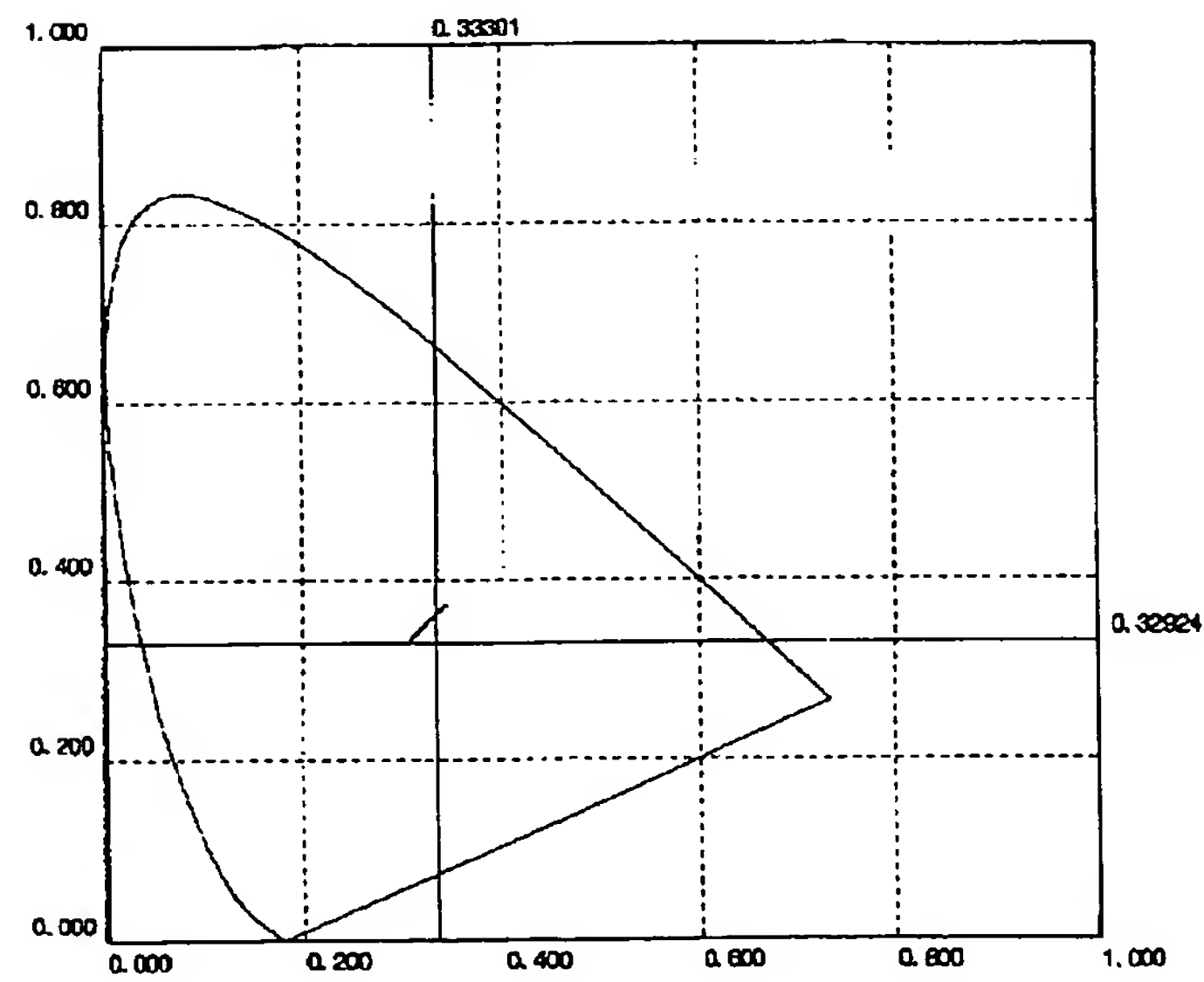
【図 3 1】



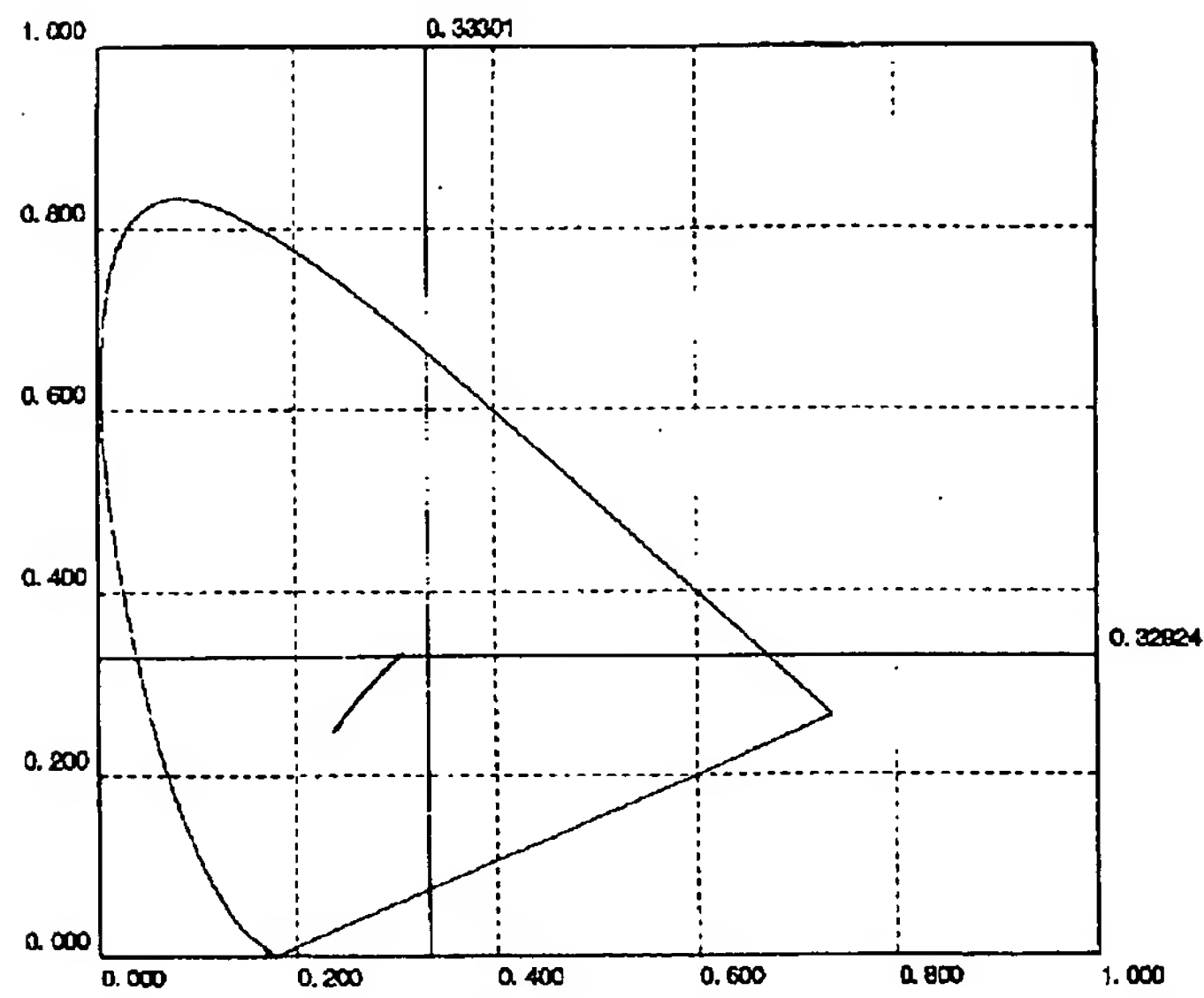
【図32】



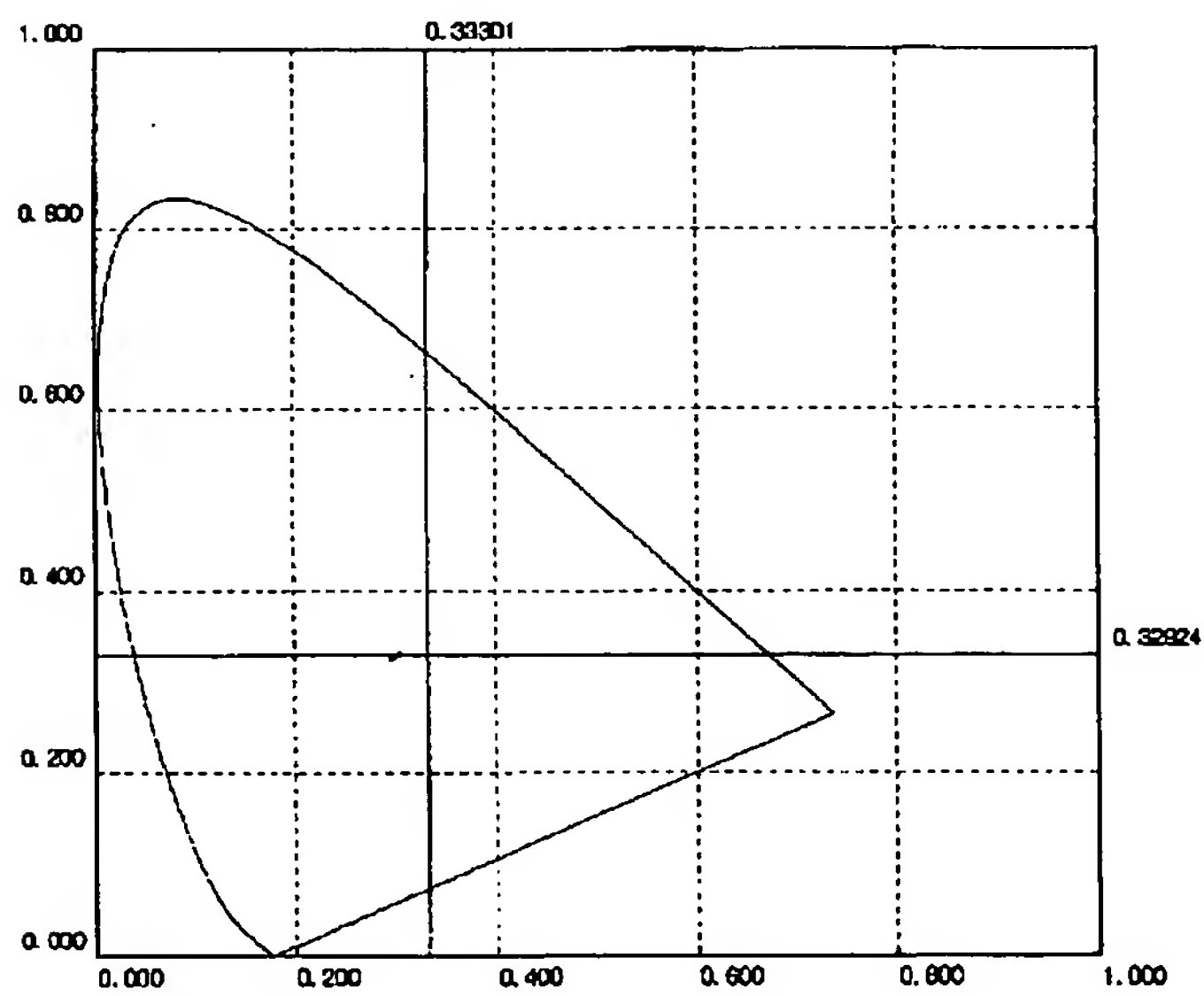
【図35】



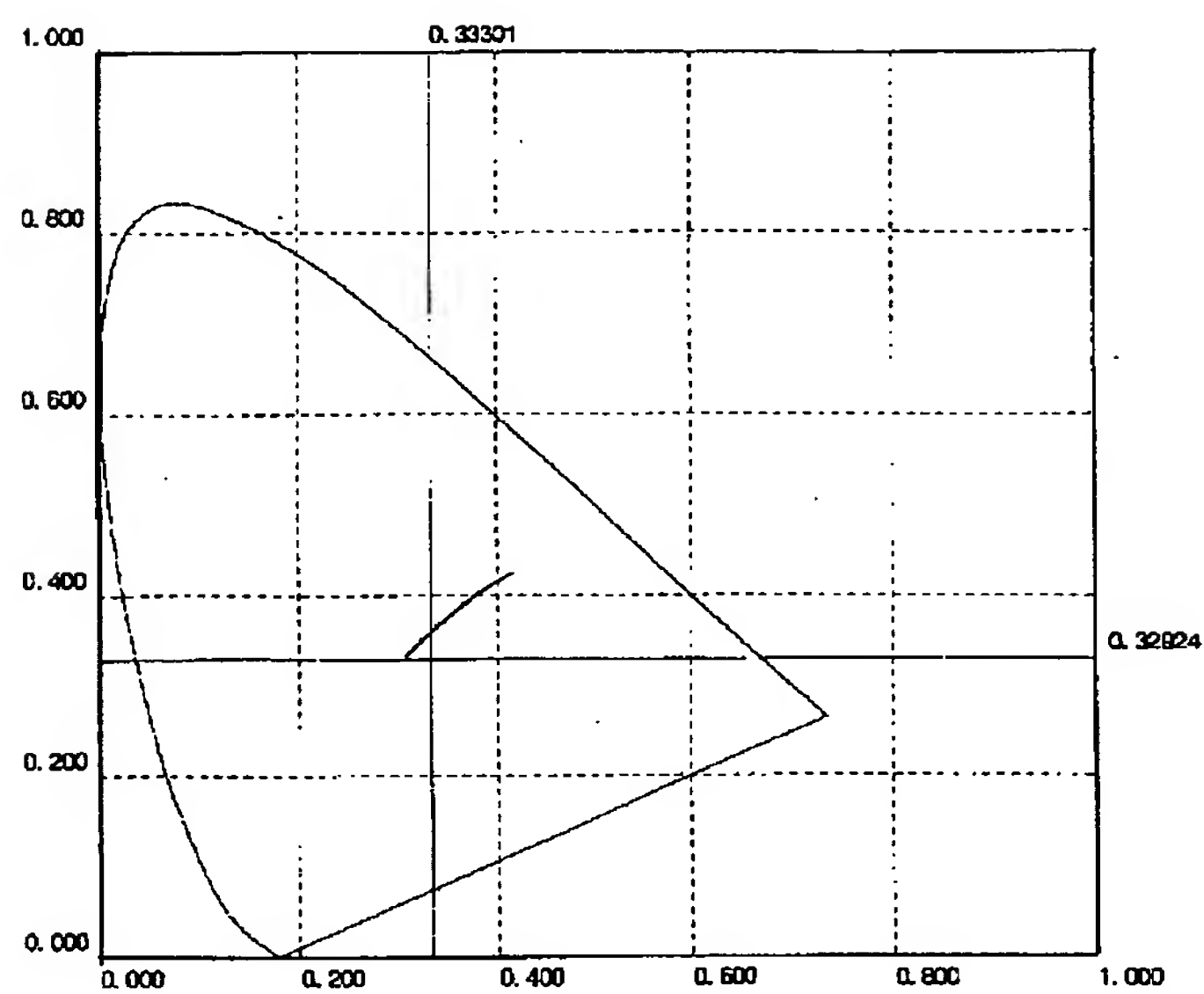
【図 36】



【図 37】



【図38】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H049 BA02 BA06 BA20 BA42 BB03
 BB42 BB61 BC03 BC22
 2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
 FB02 GA01 GA02 GA13 KA10
 LA15 LA17 LA19
 2H092 JB01 JB13 NA01 PA01 PA10
 PA11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.